

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PARIS. — IMPRIMERIE DE E. MARTINET, RUE MIGNON, 2.

JOURNAL

DE

L'ANATOMIE

ET DE

LA PHYSIOLOGIE

NORMALES ET PATHOLOGIQUES

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

PUBLIÉ PAR

M. CHARLES ROBIN

MEMBRE DE L'INSTITUT,
Professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris,
Membre de l'Académie de médecine.

SEPTIÈME ANNÉE

1870-1871

PARIS

GERMER BAILLIÈRE, LIBRAIRE-ÉDITEUR

RUE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE, 17

Londres	New-York
Hipp. Baillière, 319, Regent street	Baillière Brothers, 440, Broadway

MADRID, C. BAILLY-BAILLIÈRE, PLAZA DE TOPETE, 16

1870-71

JOURNAL
DE
L'ANATOMIE
ET DE
LA PHYSIOLOGIE
NORMALES ET PATHOLOGIQUES
DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

NOTE
SUR LE MODE DE DÉVELOPPEMENT
DU BOTHRIOCÉPHALE LARGE

SUITE DES RECHERCHES

Du docteur J. KNOCH (de Saint-Pétersbourg)

Traduit du manuscrit original par M. le Dr RABUTEAU.

EXPOSÉ DES FAITS NOUVELLEMENT OBSERVÉS.

Le 12 juillet, j'ai examiné un chien qui s'était empoisonné avec la strychnine et qui était le même que celui qui, après avoir reçu une première fois des embryons et des œufs de bothriocéphale large, avait rendu, il y a déjà près d'un an, un fragment de ce ver rubané, long de trois quarts de pouce. Cet animal auquel j'avais fait prendre de nouveau les mêmes embryons, plus d'un mois avant sa mort, avait avalé par hasard de la strychnine destinée à un autre chien. Je pus faire l'autopsie trois heures après la mort, par conséquent à un moment où les entrailles et particulièrement le canal intestinal, n'étaient pas encore refroidis.

En allant de la région du pancréas vers l'intestin, je ne trouvai

dans la partie supérieure de l'intestin grêle (duodénum) aucun vestige de parasite, fait tout à fait conforme aux résultats de toutes mes observations antérieures (1). De même que dans mes premières observations, je trouvai chez cet animal tout au commencement de la troisième portion de l'intestin, un très-jeune scolex de bothriocéphale large (2), long d'un pied environ et large à peine d'une ligne (3). Il s'était fixé solidement et profondément à la muqueuse intestinale riche en villosités, de sorte que sa tête proprement dite cachée avec ses fossettes allongées et profondes au milieu des villosités, ne pouvait être aperçue, tandis que le reste du corps de ce scolex rubané, proéminant dans la lumière de l'intestin exécutait des mouvements vermiculaires. Ces derniers mouvements se produisirent de la même façon et avec vivacité, lorsque le scolex fut mis dans de l'eau chaude, alors qu'il adhérait encore à la muqueuse intestinale. Lorsqu'il fut placé dans de l'albumine de blanc d'œuf, avec le fragment d'intestin auquel il était fixé, sa tête, ainsi que ses suçoirs, se détachaient enfin de la muqueuse intestinale, trois heures et demie après la mort du chien. En même temps cette tête exécuta dans toutes les directions des mouvements d'extension et de contraction, tandis que le corps du scolex n'exécutait que de faibles mouvements. Toutefois la découverte à la fois rare et importante du scolex de bothriocéphale ne pouvait à elle seule me satisfaire, attendu que je pouvais supposer l'existence d'exemplaires de bothriocéphale large, complétement développés, à cause du départ antérieur d'un fragment de ver enrubané, arrivé à l'état adulte. C'est pourquoi j'ouvris l'intestin de ce chien et je constatai bientôt que mes prévisions étaient fondées. En effet, sur le trajet de la seconde portion de l'intestin grêle, je trouvai un grand ver rubané dont la tête et le cou étaient pelotonnés sur eux-mêmes. La tête avec ses suçoirs s'était détachée de la muqueuse intestinale sans doute à la suite des contrac-

(1) Voy. dans Ch. Robin, *Journ. de l'anat. et de la physiol.*, mars et avril 1869, et Compte rendu de la séance de l'Académie des sciences du 11 janvier 1869.

(2) Voy. la description de cet entozoaire dans le même numéro de ce journal.

(3) L'autopsie fut faite en présence de mon honoré collègue Oranski, qui a pris une part active à mes recherches helminthologiques.

tions produites par la strychnine. C'est ce que j'observai aussi chez les deux grands exemplaires de vers rubanés dont je vais parler.

Ces vers qui agitaient vivement leur tête en avant, en haut et en bas, les contractions péristaltiques de leur corps, ce scolex qui adhérait encore à la muqueuse, ce chien infesté âgé d'un an et demi et qui avait une taille dépassant la moyenne, tout cela prouve que *les parasites en question résistent beaucoup plus que l'animal qui les nourrit, aux effets d'un poison aussi actif que la strychnine.*

Cette particularité offerte par les vers rubanés (1) prouve d'une manière beaucoup plus frappante que le cas de Mohler concernant les trichines traitées par la benzine, la grande résistance vitale des cestoïdes aux effets du poison le plus violent que nous ayons à notre disposition. Tandis que le professeur Mohler trouva presque toutes mortes les trichines enkystées dans les muscles d'un cochon après l'usage interne prolongé de la benzine, tous les exemplaires de vers rubanés étaient restés vivants dans l'intestin du chien tué par la strychnine, malgré l'action plus directe du poison sur ces parasites, et même ils adhéraient encore en partie (le scolex) à la muqueuse intestinale de l'animal mort depuis trois heures. On peut d'ailleurs s'expliquer comment il s'est fait que le scolex plus délicat et placé plus près de l'estomac que les exemplaires de vers rubanés déjà complétement développés, ne s'était pas détaché de la paroi intestinale comme les bothriocéphales adultes sous l'action du poison. Le corps exigu du scolex offrait une faible surface à l'absorption du poison, tandis que les bothriocéphales très-longs et très-larges avaient absorbé déjà une quantité de strychnine suffisante pour les faire détacher de la muqueuse intestinale. Les mouvements persistants de la tête diminuèrent bientôt chez les exemplaires adultes, de telle sorte

(1) Je parle expressément des vers rubanés, c'est-à dire surtout des cestoïdes, attendu que ce cas a trait non-seulement aux vers rubanés larges considérés aux divers stades de leur vie mais aussi au *Tænia cucumerina* que l'on trouve également chez l'homme. La tête de ce tænia adhérait à la paroi intestinale, et les proglottis déjà détachés de la chaîne articulée de cet animal exécutaient des mouvements très-vifs comme ceux que l'on a l'occasion d'observer fréquemment sur les proglottis de tænias vivants chez l'homme.

qu'au bout d'une heure il n'était possible de les observer manifestement que sur les articles du corps, non toutefois sur les parties voisines de la tête, sous la forme de contractions péristaltiques. On ne pouvait même les apercevoir sur ces parties du corps qu'après l'addition d'eau fraîche ou chaude qui paraissait réveiller leur vitalité défaillante. Quant aux mouvements péristaltiques offerts par les articles du bothriocéphale large, je pus les mettre en évidence, quatre heures encore après l'autopsie du chien qui avait servi pour l'expérience, en remplaçant l'eau froide par l'eau chaude pendant le refroidissement de cette dernière.

La séparation de la tête du corps du bothriocéphale large, dans la région où les segments ont une largeur de deux lignes, ne produisit aucun symptôme de douleur, tels que manifestaient par exemple les contractions des extrémités lorsqu'on les sectionnait. Je ferai remarquer que la séparation de la tête eut lieu une demi-heure après l'ouverture de l'intestin, c'est-à-dire pendant l'autopsie, et que la chaîne articulaire du bothriocéphale dans le voisinage des articles adultes exécutait encore manifestement de vifs mouvements péristaltiques sous l'influence de l'eau chaude. En outre, la tête qui avait été séparée et qui avait été plongée aussitôt dans l'albumine, présentait encore le jour suivant quelques mouvements lents et faibles après avoir été traitée le jour précédent par l'eau chaude sans cesse renouvelée. Ce sont surtout les mouvements de la tête des bothriocéphales adultes plongés dans l'albumine qui sont difficilement observables à l'œil nu, de sorte qu'on ne peut les constater qu'au bout de quelque temps par le changement de position de cet organe et par son éloignement successif de la partie cervicale. Au contraire, les mouvements de la tête du scolex du *Dibothrium latum* se produisirent dans le même milieu et dans le même temps, avec la même énergie que ceux que j'avais pu observer sur les scolex armés du Triœnophore, et le scolex du bothriocéphale agitait sa tête en avant pour la ramener aussitôt en arrière. La tête, en se portant en avant, s'amoindrissait à son extrémité antérieure aussi bien chez ce scolex que chez le Triœnophore. Lorsque l'élongation s'était produite jusqu'à un certain degré, la partie antérieure de

la tête jusqu'alors atténuée, se contractait comme un muscle, elle augmentait de volume, de sorte que la tête devenait moins transparente et que les lèvres des fossettes allongées présentaient un plissement. C'est alors surtout qu'on put reconnaître le système de canaux, système qui est distribué partout uniformément sur la surface de la tête.

On peut faire la même observation au sujet du cou étroit du bothriocéphale large, sur lequel apparaissaient en plus les vaisseaux longitudinaux plus volumineux sur la tête ; sur le cou du scolex du bothriocéphale et au milieu des concrétions calcaires partout répandues et disposées par couches concentriques, j'ai pu constater la présence de productions claires et vésiculeuses. Leur forme était ronde en général, elle était pourtant parfois ellipsoïdale (1). Les bords de ces corps distribués irrégulièrement dans la substance du scolex sont nettement marqués et présentent un simple contour. Leur aspect rappelle les vésicules de graisse, cependant on ne peut les considérer comme telles. Ni moi, ni aucun des autres observateurs ne les a remarqués jusqu'ici sur la tête ni sur le cou du bothriocéphale adulte; de plus ils font défaut sur les proglottis de ce même individu et non seulement sur ceux qui sont peu développés mais encore sur leurs articles adultes. Même chez les différentes formes de cysticerques de *Tænia*, soit du *Tænia solium*, soit du *Tænia mediocanellata*. Je n'ai pu observer aucun corps analogue à ceux dont il est question sur des exemplaires d'individus déjà morts que j'ai eu occasion d'étudier. On pourrait peut-être trouver la cause de ce résultat négatif dans ce fait, que mes recherches n'ont pas porté sur un plus grand nombre de cysticerques vivants, tandis que les scolex de bothriocéphale ont été tous examinés par moi pendant la vie. Du reste, je ne découvris ces corps que lorsque le verre mince avait exercé sur le scolex une légère pression par son propre poids, pression à la suite de laquelle l'albumine fraîche ne s'écoulait que lentement sur ses côtés. Je n'ai pu jusqu'ici m'assu-

(1) La longueur des corps ellipsoïdaux a varié entre 5 à 7 millimètres, tandis que leur largeur était de 3 à 4 millimètres.

rer de la présence de ces corpuscules en question sur l'appendice rubané du scolex. A leur place, je n'ai pu observer sur la partie postérieure du corps que des indices faibles de sillons transversaux existant sur la peau et qui indiquaient un commencement de segmentation. La cuticule elle-même consiste, chez le scolex du bothriocéphale large, en une membrane claire, forte et à doubles contours. Je terminerai la description du scolex du *Dibothrium latum* en faisant remarquer que je me suis efforcé, à l'aide de cette description exacte, de compléter mes premières données sur les scolex du bothriocéphale large (1).

INDICATIONS SUR L'ÉTAT DES BOTHRIOCÉPHALES ADULTES.

Les bords des individus adultes du bothriocéphale large étaient plissés sur deux exemplaires, de sorte que, chez ces deux individus, il n'était pas aussi facile de déterminer les dimensions que chez le bothriocéphale large dont les bords étaient droits. La tête du plus long de ces vers rubanés adultes avait été trouvée déjà séparée de la muqueuse intestinale du chien avec sa partie cervicale sous la forme d'une petite nodosité à une petite distance et même au-dessous de la place qu'occupait le scolex du bothriocéphale. Cet exemplaire de ver rubané s'étendait presque sur tout le parcours de l'intestin grêle, et en le suivant sur toute sa longueur, je trouvai la chaîne d'un second vers rubané dont je réussis bientôt à trouver la tête détachée dejà de la paroi intestinale. En poursuivant l'examen de la chaîne articulaire de ces deux vers rubanés, je trouvai enfin un troisième et dernier bothriocéphale adulte qui présentait encore à sa partie cervicale une formation noduleuse. Ces noyaux apparaissent déjà pendant la vie des vers rubanés, ce qui n'est pas très-rare d'après mes observations. Toutefois, on ne peut considérer comme s'étant développées pendant la vie des parasites, toutes ces nodosités que l'on a occasion d'observer souvent sur les vers ru-

(1) Voy. le résultat de mes expériences sur les chiens, dans le mémoire intitulé : *Histoire naturelle du bothriocéphale large* (*Naturgeschichte des Bothriocephalus latus*), p. 105 et 118.

banés déjà morts, car j'ai observé leur apparition même après la mort des cestoïdes (1).

La partie postérieure des vers rubanés s'étendait jusqu'à la partie inférieure de l'intestin grêle sans pourtant pénétrer dans l'origine du gros intestin. L'un de ces exemplaires présentait à sa partie postérieure une section sous forme de croissant dont les extrémités consistant en un tissu cicatriciel étaient dirigées en arrière et en dedans. Ce mode de terminaison du ver rubané indique qu'une partie de sa chaîne articulaire s'était détachée à son extrémité postérieure. Comme preuve à l'appui de cette observation, je rappellerai que ce même chien avait rendu un fragment de ver rubané long de trois quarts de pouce, au mois de juillet 1868. La partie postérieure des autres exemplaires de ver rubané était au contraire terminée en languette. Les dimensions de ces larges vers rubanés adultes étaient les suivantes. L'individu le plus grand qui mesurait huit pieds et huit pouces était le plus large ; sa largeur atteignait jusqu'à trois quarts de pouce et ses bords présentaient un aspect fortement plissé. Le second exemplaire de bothriocéphale, presque aussi large que le précédent et qui présentait à sa partie postérieure une section en forme de croissant, avait une longueur de six pieds et six lignes. Ce large ver rubané se distinguait des autres par sa forme tout à fait unie. Le troisième individu, qui était le plus court, avait une longueur de 5 pieds, une largeur de quatre pouces et présentait non moins que le premier exemplaire des bords plissés sous forme d'une collerette.

Au sujet des proglottis et de la partie cervicale ainsi que de la tête de ces vers rubanés adultes, je demanderai la permission de citer, en dehors de mes travaux antérieurs (2), le travail de M. Oronski sur l'anatomie et la physiologie de ce parasite; l'au-

(1) C'est ce que j'ai vu également en observant des individus adultes dont je m'occupais de déterminer les dimensions.

(2) La description du fragment de ver rubané rendu, il y a un an, par le même chien, pourrait présenter ici un intérêt particulier. Ce fragment était remarquable par sa largeur et par sa transparence. Voy. la description anatomique dans le *Journal d'Anatomie et de Physiologie de Robin.* Mars 1869.

teur a fait ses recherches sous ma direction et il en publiera bientôt les résultats dans sa dissertation inaugurale. La saison chaude n'était pas favorable à une étude anatomique précise (1) de ces exemplaires à l'état frais, attendu que les vers rubanés se séparaient bientôt en fragments isolés et que je ne pus cette fois les conserver dans l'alcool aussitôt après leur départ, à cause de la promesse que j'avais faite de vous envoyer des œufs mûrs des embryons de bothriocéphale large. C'est pourquoi je n'ai pu me servir plus tard de la tête de ces vers rubanés ainsi que du scolex et des embryons ciliés du reste de la chaîne articulaire conservés dans l'alcool. Quant aux proglottis de ces bothriocéphales, je ferai remarquer seulement à leur sujet que, vu leur peu de longueur, ils appartenaient aux larges exemplaires des *Dibothrium*. Outre la formation noduleuse, observée chez l'un de ces individus, on voyait sur leur cou quelques anomalies de forme telles que des nodosités, etc. Je n'insisterai pas sur leur description, attendu qu'elles ont été déjà signalées et représentées dans mes premiers travaux (2). J'appellerai l'attention sur une anomalie rare en général et consistant en ce fait que les articles non adultes d'un exemplaire présentaient sur leurs côtés des ouvertures telles que celles qu'on observe assez souvent au milieu des proglottis. La cause de la production de ces ouvertures ne doit pas être recherchée, comme sur les articles adultes, dans la chute des organes génitaux qui, dans les segments de la partie cervicale du ver rubané, ne sont pas encore complétement développés et qui d'ailleurs siégent toujours, comme on le sait, au milieu des proglottis et non sur leurs parties latérales.

RÉSUMÉ.

En terminant cette description, qu'il me soit permis de signaler la grande importance des résultats obtenus chez le chien mis en expérience. Ces résultats présentent sous un cer-

(1) On n'avait pas d'ailleurs besoin de cette étude après la description qui avait été déjà faite d'un fragment du même rubané provenant du même chien.

(2) Voy. *loc. cit.*, fig. 38.

tain rapport, un intérêt plus grand encore que celui qu'ont offert les résultats fournis par les deux autres chiens (2). J'ai eu la bonne fortune de retrouver dans le canal intestinal de ces animaux non-seulement des exemplaires de bothriocéphale adulte mais encore les scolex de ce parasite, lesquels étaient complétement inconnus.

Les résultats obtenus chez le dernier des chiens mis en expérience m'ont permis en outre de prouver d'une manière plus péremptoire encore que par toutes les expériences antérieures ce fait, que les embryons du bothriocéphale large introduits dans le canal intestinal du chien n'effectuent pas de migrations dans les divers organes de l'animal en expérience, que par conséquent ils ne s'enkystent pas à l'état de cysticerques comme les embryons des tænias après leur introduction, mais qu'ils se développent directement dans le canal intestinal de ce même animal pour se transformer en bothriocéphale d'abord incomplétement développés, puis comme individus adultes de ce parasite.

Donc, à la suite des résultats nombreux obtenus chez ce chien, résultats positifs, de même que les expériences antérieures, il est prouvé que nous sommes complétement autorisés à n'admettre aucune époque où le *bothriocéphale soit à l'état de cysticerque*, comme on l'observe chez les tænias. De plus, ces mêmes résultats viennent fournir la preuve que les embryons du *Dibothrium latum*, arrivés dans l'intestin des mammifères passent directement à l'état de ver rubané large (c'est-à-dire sans subir des métamorphoses comme, par exemple, le passage à l'état de cysticerque). Cette preuve est d'autant plus frappante que, conformément au long intervalle qui s'était écoulé entre la première et la seconde alimentation de l'animal, un an environ, nous avons trouvé et des exemplaires complétement adultes et le scolex du bothriocéphale large. La première alimentation avait eu lieu chez ce chien au printemps de l'année dernière et c'est au mois de juillet de la même année

(1) Voy. les pages 106-118 de mon mémoire intitulé : *Histoire naturelle du bothriocéphale large.*

qu'a été rendu le premier fragment de ver ayant une largeur notable et une longueur d'un pied (1).

Ce même chien reçut une seconde fois une alimentation renfermant des embryons de bothriocéphale large et le résultat de cette seconde alimentation, lorsque l'animal fut examiné deux mois plus tard, fut tel que l'on trouva le scolex de ce ver rubané outre les exemplaires adultes de ce même ver. De plus le scolex du *Dibothrium* large ainsi que les individus adultes de ce même animal furent trouvés *constamment* dans le canal intestinal chez ce chien comme chez les précédents, jamais on ne les rencontra, comme on le voit pour les cysticerques, dans d'autres organes de l'économie.

Après tout ce qui a été fait jusqu'à présent, après les résultats positifs antérieurs obtenus chez les chiens, résultats qui concordent tous ensemble, à la suite d'une série d'expériences neuves *combinées méthodiquement* et couronnées d'un plein succès, enfin après l'examen des animaux à *diverses époques* de leur alimentation et la comparaison des résultats obtenus, il est clair que j'ai réussi de la manière la plus heureuse à répondre avec précision à la question posée par l'Académie de Paris (2) en disant que l'embryon du *Dibothrium latum* se transforme directement en bothriocéphale large, sans subir des métamorphoses particulières, sans présenter de migrations du canal intestinal dans divers organes de l'animal soumis à l'expérience.

(1) Voy. la description anatomique de ce ver, traduite en langue française dans le *Journal d'Anatomie et de Physiologie de M. Robin*. Mars, 1869.

(2) Si l'embryon (*Dibothrii lati*) se change directement, etc........

DE L'INFLUENCE

DES COURANTS ÉLECTRIQUES

SUR LE SYSTÈME NERVEUX

Par MM. Ch. LEGROS et ONIMUS.

(Suite et fin.)

§ 10. — De l'influence des courants d'induction sur les nerfs périphériques.

a. Les courants d'induction ont sur les nerfs périphériques une influence très-différente de celle déterminée par les courants continus. Ici, comme dans l'action des divers courants électriques sur les muscles, nous pouvons nous assurer de l'erreur des médecins qui veulent assimiler les courants d'induction et les courants continus et ne voir, dans les effets obtenus, qu'une différence d'intensité.

Sur les animaux assez petits (grenouilles, rats, lapins, etc.), les courants d'induction, même très-faibles, déterminent une contraction permanente du muscle et des phénomènes de sensibilité qui durent aussi longtemps que le nerf n'a pas perdu son excitabilité. Il faut remarquer que pour les courants d'induction, l'extra-courant seul donne un courant dirigé constamment dans le même sens. Sur des animaux très-forts, et en employant des courants faibles, M. Chauveau est parvenu à distinguer des différences tenant à la direction de ces courants, ou mieux au contact de l'un ou de l'autre des deux pôles. Pour ce physiologiste, c'est toujours le pôle négatif qui seul est excitant.

Chez la plupart des animaux et chez l'homme, il est difficile de trouver une différence bien notable dans la direction des courants. Appliqué directement sur un nerf, l'extra-courant donne toujours lieu à une contraction tétanique du muscle, que le sens du courant soit ascendant ou descendant. Si les courants induits

ne se succèdent pas rapidement, les contractions, au lieu d'être tétaniques, sont successives et n'ont lieu qu'après un relâchement momentané du muscle. Mais que les intermittences soient lentes ou rapides, on obtient toujours le résultat suivant :

L'excitation d'un nerf mixte par un courant induit donne lieu à des contractions des muscles et à des phénomènes de sensibilité.

La direction des courants d'induction n'a pas en général d'influence bien marquée.

b. En électrisant un nerf avec des courants interrompus, on obtient au galvanomètre une déviation négative de l'aiguille du galvanomètre (Du Bois-Reymond). Cette déviation, qui a été attribuée à la formation d'un courant de sens inverse, est due plus vraisemblablement à la disparition de tout courant électrique (Du Bois-Reymond), car au bout de peu de secondes, l'aiguille, au lieu de se maintenir au delà de zéro dans la direction opposée, revient à zéro et s'y maintient.

Ce phénomène se comprend facilement, si l'on admet que les courants électriques ne sont que le résultat des actions chimiques nécessitées par la nutrition. Or, pendant l'activité d'un organe quelconque, la nutrition est momentanément perturbée, ou mieux, les produits de la nutrition se trouvent épuisés rapidement, et comme les courants interrompus maintiennent le nerf dans un état d'activité très-intense, on comprend que les phénomènes électriques disparaissent.

Après fort peu de temps un nerf électrisé par un courant d'induction perd toute excitabilité; ses fibres motrices ne déterminent plus, sous l'influence d'un excitant, la contraction des muscles, et ses fibres sensitives deviennent complétement insensibles.

c. Nous avons déjà mentionné la loi suivante : Une excitation électrique portée sur un nerf est d'autant plus forte que le changement est plus rapide.

Cette loi nous explique l'action puissante des courants induits, car ils possèdent au plus haut degré la propriété d'agir rapidement. Eux-mêmes sont produits avec une rapidité étonnante, et par conséquent ils parcourent le nerf avec une grande vitesse et en

changeant promptement l'état moléculaire des éléments nerveux. La valeur excitante momentanée d'un courant dépend de sa rapidité d'action; si l'on décrit une courbe qui indique la variation de l'énergie des contractions selon le temps employé par le courant pour parcourir une même fibre nerveuse, on obtient le summum de la courbe lorsque celle-ci monte et descend le plus perpendiculairement. De cette même loi il résulte que l'on peut produire sur un nerf une excitation très-forte avec une force de courant très-faible; il suffit pour cela de le diriger rapidement sur le nerf et de l'en faire sortir avec la même rapidité. Or, les décharges d'électricité par frottement et les courants d'induction se dégagent avec une extrême vitesse et s'éteignent de même.

C'est dans cette loi qu'il faut chercher la cause de l'excitation si énergique des courants d'induction sur les nerfs moteurs et sur les muscles; ils agissent parce qu'ils changent rapidement et brusquement l'état moléculaire du nerf, et c'est avec raison que M. Chauveau admet que leur effet physiologique est le résultat d'un ébranlement mécanique imprimé aux molécules placées sur leur passage.

L'excitation du nerf par les courants d'induction est donc produite par un changement brusque et plus ou moins intense de son état moléculaire statique; plus, avons-nous dit, ce changement est rapide, plus l'excitation est forte. Cependant, il y a dans cette rapidité même une certaine limite, au delà de laquelle l'excitation n'est plus produite, car le changement moléculaire du nerf n'a pas eu le temps de se produire. Cela n'arrive presque jamais avec un nerf sain, quoique l'on puisse parvenir, même dans ces conditions, à ne pas tétaniser le muscle lorsqu'on emploie des courants d'induction à interruptions excessivement rapides. Dans ce cas il n'est pas exact de dire que les interruptions sont tellement rapprochées qu'elles donnent lieu à un courant qui a les mêmes propriétés que les courants continus; car ceux-ci ont une influence toute différente, comme le prouvent l'expérience et les faits cliniques.

d. Un nerf parcouru pendant quelque temps par des courants

d'induction, perd complétement son excitabilité à la fermeture comme à l'ouverture.

Cette proposition est le résultat d'expériences très-simples et incontestées. Elle trouve son application en électro-thérapie, comme nous le verrons plus loin.

e. On ne constate avec les courants d'induction ni courants dérivés ni courants de polarisation.

Il est probable que les courants dérivés se produisent également avec les courants d'induction, mais ils sont tellement rapides qu'ils ne produisent aucune action sur les éléments organiques, et qu'ils ne peuvent également agir sur le galvanomètre. Quant aux courants de polarisation, ceux-ci étant dus à des phénomènes d'électrolysation, il est évident qu'ils ne peuvent être produits avec les courants d'induction dont l'action électrolytique est presque nulle.

§ 11. — **De l'influence des courants continus sur les centres nerveux. De l'influence des courants continus sur la moelle épinière.**

Lorsqu'on fait passer un courant continu à travers la moelle épinière, on obtient constamment des contractions violentes de tout le corps et des phénomènes de douleur. Il est difficile chez un animal sain de voir de grandes différences entre la direction ascendante ou descendante du courant; en général, cependant le courant ascendant détermine des contractions plus énergiques et qui se maintiennent plus longtemps.

Mais il est une autre propriété de la moelle qui a une importance considérable et dont l'étude va nous donner des indications importantes sur l'influence de la direction des courants, nous voulons parler des actions réflexes.

Pour augmenter les actions réflexes, il faut séparer l'encéphale de la moelle épinière et chez les grenouilles surtout, on obtient ainsi des actions réflexes très-belles et qui durent pendant un temps très-long. Or, ces actions réflexes que plusieurs agents thérapeutiques peuvent diminuer, mais non abolir complétement,

sont complétement anéanties par l'influence des courants constants et continus.

Lorsque les actions réflexes sont très-manifestes, si l'on fait passer à travers la moelle un courant descendant, c'est-à-dire un courant dont le pôle positif est placé sur la partie supérieure de la moelle et le pôle négatif sur la partie inférieure, on n'obtient plus, pendant toute la durée de l'électrisation, aucune action réflexe, quelque forte que soit l'excitation portée sur les membres postérieurs. Ceux-ci restent dans un état de relâchement complet, on peut les plier sans difficulté et leur donner la position que l'on veut, mais on ne peut y déterminer aucune contraction réflexe.

Lorsqu'on met le pôle positif sur la partie supérieure de la moelle et le pôle négatif sur l'un des membres postérieurs, on n'obtient plus aucune contraction réflexe dans le membre électrisé, mais on peut en déterminer dans le membre opposé, qui n'est point électrisé.

Dès que l'on suspend l'électrisation, les actions réflexes réapparaissent, mais dans les premières secondes qui suivent l'électrisation, elles sont moins prononcées qu'avant l'expérience et que quelques instants après l'expérience.

Les courants ascendants, c'est-à-dire le pôle positif, étant placé sur la partie inférieure de la moelle et le pôle négatif sur la partie supérieure, donnent quelquefois les mêmes résultats que les courants descendants ; mais en général ils déterminent une série de contractions dans les membres inférieurs et augmentent même les actions réflexes.

Ces expériences faites principalement sur des grenouilles ont été répétées sur des rats et des cochons d'Inde et ont donné les mêmes résultats ; sur les animaux à sang chaud, après avoir piqué le bulbe nous coupâmes la moelle à sa partie supérieure, et la manifestation des actions réflexes en fut empêchée en faisant passer un courant descendant à travers la moelle (1).

De ces expériences physiologiques nous pouvons rapprocher des faits cliniques.

(1) *Mémoires de la Société de biologie,* séance de mai 1868. Legros et Onimus, *De l'influence des courants électriques constants et continus sur les actions réflexes.*

Chez un paraplégique où les mouvements réflexes étaient très-marqués dans les membres inférieurs, l'un de nous est parvenu à les diminuer notablement par l'électrisation de la partie inférieure de la moelle au moyen des courants continus à direction descendante.

Les courants à direction ascendante ayant été employés une fois, le malade fut pris immédiatement de tremblements dans les jambes et de contractions violentes dans la partie inférieure du tronc; le bassin était soulevé à plusieurs reprises, et ces mouvements ne cessèrent qu'au bout de quelques minutes.

Chez un enfant âgé de 12 ans, l'affection assez singulière était surtout caractérisée par des actions réflexes très-manifestes. Toutes les cinq ou dix minutes l'enfant se roulait sur le lit ou sur le plancher, puis au bout d'un instant l'accès se terminait par une roideur complète de tous les membres. En ce moment on ne pouvait plier aucun membre et on parvenait à soulever l'enfant tout entier en le prenant par une jambe; les yeux étaient convulsés en haut. L'accès terminé, l'enfant revenait complétement à lui et n'avait ni mouvements choréiques, ni aucun trouble dans les phénomènes intellectuels. L'impression de l'air (une fenêtre ouverte dans un appartement), l'impression de l'eau, et même à la fin les boissons, la lumière trop vive, lui provoquaient immédiatement un accès très-fort. M. le professeur Sée considéra la plupart de ces phénomènes comme dus à une cause hystérique. L'application des courants continus guérit complétement (la guérison date de trois ans et s'est maintenue) au bout de quinze séances. La direction des courants fut descendante et l'électrisation eut lieu directement sur la moelle. A une séance, au lieu d'employer des courants descendants, nous employâmes des courants ascendants, et aussitôt, ce qui n'est jamais arrivé avec les courants descendants, l'enfant fut pris d'une crise violente. La crise terminée, nous appliquons encore les courants ascendants, et une nouvelle crise réapparaît. Les courants descendants appliqués alors ne donnent lieu à aucune crise et les éloignent de plusieurs heures.

Chez une jeune fille de huit ans, qui avait perdu depuis un an la parole et la plus grande partie de son intelligence (parents sy-

philitiques) et chez laquelle étaient en même temps survenus des phénomènes choréiformes, marche difficile, usage des mains impossible, mouvements incoordonnés presque continus, etc., en appliquant sur la colonne vertébrale un courant ascendant de quinze à vingt éléments Remak, la malade ne cessait pendant tout le temps de l'électrisation de pousser des cris, de se remuer, de mouvoir ses membres en tous sens, et cette agitation souvent se prolongeait plusieurs heures après la séance qui durait près de dix minutes. En appliquant au contraire sur la colonne vertébrale un courant descendant de même force et même plus fort, la petite fille restait calme, ses mouvements des membres cessaient, elle ne poussait pas de cris, et souvent même s'endormait quelque temps après la séance! Plusieurs fois, dans une même séance, nous changions ainsi la direction des courants, et chaque fois nous obtenions une excitation avec des courants ascendants et au contraire un calme très-marqué avec des courants descendants. Le fait était tellement tranché que les parents en ont fait eux-mêmes la remarque.

Chez une jeune fille de dix-sept ans, hystérique et qui avait des symptômes très-curieux du côté du larynx, du voile du palais et des muscles de la face, consistant en une sorte d'aboiement suivi d'un reniflement intense et de contractions de la plupart des muscles de la face, on calmait et empêchait tous ces symptômes en introduisant le pôle positif dans la bouche contre la voûte palatine et en plaçant le pôle négatif sur les parties périphériques (il est permis de considérer dans ce cas le courant comme centrifuge, le pôle positif étant placé plus près de la base du crâne que le pôle négatif). Dans la direction contraire, le pôle négatif étant placé sur la voûte palatine, les accès qui d'ailleurs se succédaient toutes les deux ou trois secondes, étaient plutôt augmentés. Dans tous les cas, ils n'étaient pas empêchés. Cette jeune fille ne fut pas guérie complétement au bout de seize séances, mais elle fut profondément améliorée, l'aboiement et le reniflement disparurent, mais les contractions des muscles de la face, formant une sorte de tic, continuèrent. Inutile d'ajouter, qu'à l'exception de deux à trois fois et pendant un temps très-court, nous avons

toujours employé un courant centrifuge. En rapprochant ces observations, que nous pourrions multiplier, des expériences physiologiques, nous avons voulu montrer combien sont vrais et profitables en pratique les faits observés chez les animaux, et combien on a le droit d'agir thérapeutiquement d'après les enseignements que donnent les expériences sur les animaux.

Nous pouvons, d'après ces faits, poser comme loi générale que, *le courant ascendant excite la moelle et augmente les actions réflexes, tandis que le courant descendant empêche les actions réflexes.*

Voici encore quelques expériences physiologiques qui viennent confirmer cette proposition.

Eckhard avait déjà observé que chez une grenouille empoisonnée par la strychnine, on arrêtait les contractions tétaniques en faisant passer un courant constant par le nerf qui se rend à ces muscles. Il en est de même si l'on trempe un nerf dans une solution de chlorure de sodium, ce qui produit également le tétanos, et si ensuite on électrise le nerf au-dessous de l'endroit irrité; le tétanos disparaît aussitôt que le courant est établi. Eckhard conseille d'employer de préférence le courant ascendant, ce que nous croyons être une grave erreur.

En empoisonnant une grenouille par de la strychnine, nous avons répété plusieurs fois l'expérience suivante : En appliquant un *courant descendant* sur la colonne vertébrale, le tétanos cessait immédiatement, et la grenouille, qui était maintenue au-dessus de la planchette sur ses pattes de devant, roides et contracturées, s'affaissait aussitôt, car ses pattes de devant se ployaient et perdaient leur rigidité. En employant au contraire un *courant ascendant*, la grenouille poussait aussitôt des cris et restait élevée sur ses pattes qui même semblaient se roidir davantage. Les mouvements tétaniques disparaissaient en effet à ce moment, c'est-à-dire qu'on n'apercevait plus aucune alternative de relâchement et de contraction des muscles, mais ceux-ci étaient maintenus dans un état de contracture permanente. Cet état finit également par disparaître, mais cela n'arrive qu'au bout de quelque temps et par la fatigue du système nerveux sous l'influence de cette forte excitation.

Enfin une autre expérience, démontre d'une manière encore plus nette, s'il est possible, cette action différente de la direction des courants.

On sait que, si l'on plonge une grenouille dans de l'eau chaude à la température de 39 degrés, elle perd aussitôt toutes ses propriétés vitales; elle ne respire plus, elle ne sent plus, elle ne se meut plus et meurt si on la maintient longtemps à cette température. Si dans ces conditions on la retire de l'eau au moment où elle vient de perdre les mouvements volontaires et sa sensibilité, *on obtient, en électrisant la colonne vertébrale, des contractions très-manifestes avec un courant descendant, tandis que l'on n'obtient pas de contractions, ou du moins elles sont excessivement faibles, avec le même courant, s'il est ascendant.*

A mesure que la grenouille se refroidit, les contractions et les signes de douleur commencent à apparaître par l'électrisation de la moelle avec un courant ascendant; elles sont d'abord excessivement faibles et toujours beaucoup moins énergiques que celles obtenues par le courant descendant. Lorsque la grenouille est complétement revenue et qu'elle possède de nouveau toute sa sensibilité, on obtient le phénomène inverse car les contractions deviennent plus fortes avec le courant ascendant qu'avec le courant descendant.

Cette expérience vient confirmer tout ce que nous avons dit jusqu'à présent, c'est-à-dire :

Que le courant descendant, appliqué sur la moelle, agit directement sur les nerfs moteurs et non par action réflexe.

Que le courant ascendant augmente l'excitabilité de la moelle, qu'il agit sur les nerfs moteurs par action réflexe, que les contractions qu'il détermine sont d'autant plus fortes que l'excitabilité des nerfs sensitifs et du centre spinal est plus grande, et enfin que son action sur les nerfs moteurs devient presque nulle lorsque les nerfs sensitifs ou la moelle ont perdu leur excitabilité.

Cette dernière expérience montre encore que *les nerfs sensitifs perdent leurs propriétés plus rapidement et les reprennent plus lentement que les nerfs moteurs.*

§ 12. — De l'influence des courants électriques sur l'encéphale.

On comprend combien il est difficile d'arriver expérimentalement à des faits bien précis en électrisant l'encéphale chez des animaux. En appliquant directement les rhéophores d'un courant constant sur les circonvolutions, l'animal ne manifeste ni aucune douleur, ni aucun mouvement. Il y a bien des changements dans les phénomènes de circulation que nous avons signalés dans le chapitre consacré à l'influence de l'électricité sur la circulation, mais au point de vue de l'influence directe sur le système nerveux encéphalique, nous ne pouvons qu'indiquer une tendance au sommeil, une sorte de stupeur et de grand calme succédant chez la plupart des animaux à l'électrisation de l'encéphale.

Chez des pigeons, nous avons enfoncé des épingles dans les os du crâne et nous avons fait passer par ces épingles un courant de dix éléments Remak. Au bout d'un instant, les animaux se maintiennent tranquilles; l'un d'eux, aussitôt après la cessation de l'électrisation, se mit à s'endormir pendant toute une heure, un second, où l'électrisation avait amené des lésions plus graves, due aux cautérisations par les produits de l'électrolyse, aussitôt que le courant eut cessé, se maintient affaissé pendant quelque temps et fit entendre un roucoulement qui dura quelque temps. Quelques minutes après, il fut pris de vomissements très-nombreux et qui continuèrent même après que l'estomac fut entièrement vidé (ces vomissements étaient dus probablement à l'excitation du pneumogastrique). En même temps l'animal était complétement indifférent aux objets extérieurs, il ne sentait plus, ne voyait plus, etc....., il succomba quelques heures après. A l'autopsie on trouva deux grandes eschares de la substance cérébrale dues à l'action électrolytique des courants, et une hémorrhagie sanguine abondante près de l'eschare produite par le pôle négatif.

Chez l'homme, les courants continus produisent les phosphènes du côté de l'œil, la saveur métallique dans la bouche et souvent un léger vertige au moment où l'on cesse le courant. Très-souvent, selon la durée et la direction du courant et selon le tempérament

des personnes, on détermine une forte tendance au sommeil. Remak a déjà signalé ce phénomène et nous avons eu occasion de l'observer sur plusieurs malades.

Les courants d'induction, appliqués soit sur la substance corticale des hémisphères, soit sur les couches optiques et les corps striés, ne donnent lieu à aucune contraction musculaire ni à aucun phénomène bien appréciable.

Sur un coq, en mettant un rhéophore dans la crête et l'autre sous la peau du cou, nous avons fait passer un courant induit assez fort. Au moment du passage le coq tombe sur la tête et la plupart du temps fait la culbute, mais aussitôt après, il peut se maintenir sur ses jambes et la moelle épinière paraît complétement normale au point de vue de ses fonctions. Le bulbe est atteint, car la respiration cesse. Mais, ce qui nous a frappé, c'est qu'aussitôt l'animal perd toute volonté ; il reste debout, immobile, insensible, comme un animal auquel on aurait enlevé les lobes cérébraux. La pupille reste immobile de même que les paupières, et l'on a beau irriter la muqueuse de l'œil, il n'y a aucune action réflexe dans la pupille ni dans les muscles de l'œil ou de la paupière. Ces phénomènes disparaissent dès que les courants induits cessent de passer à travers la tête de l'animal.

SUR

LES NERFS DU LARYNX DE L'HOMME

Par le Dr LUSCHKA

Professeur d'anatomie à l'Université de Tübingen.

REMARQUES PRÉLIMINAIRES.

Ce n'est pas seulement un important intérêt physiologique qui se lie à une étude plus approfondie de la distribution des nerfs dans le larynx, mais aussi la pathologie rend la connaissance de cet organe d'autant plus indispensable que, dans le traitement de la paralysie des muscles du larynx, chaque jour l'expérience accumule les preuves de la supériorité du traitement électrique concentré aux points excitables de ces muscles sur la méthode percutante. Les améliorations dont cette méthode d'excitation directe des muscles paralysés du larynx est susceptible dépendent de la distinction exacte des filets nerveux sensitifs et moteurs, et de la connaissance des points où les filets moteurs pénètrent les muscles. La littérature médicale est à ce sujet si pleine d'inexactitudes et de contradictions qu'il me paraît nécessaire, pour satisfaire aux besoins pratiques, et tenant compte des résultats trouvés antérieurement, de produire de nouvelles recherches.

Magendie a, comme on sait, posé le principe que les deux nerfs laryngés venus du nerf vague étaient l'un à l'autre diamétralement opposés, non-seulement par leur position, mais aussi par leurs fonctions : le nerf laryngé supérieur produisant le rétrécissement, le nerf laryngé inférieur l'ouverture de la glotte. Plus tard et après Rudolphi, Johannes Müller et Schlemm ont combattu cette opinion, affirmant au contraire que les deux nerfs laryngés se distribuaient dans tous les muscles du larynx. En opposition complète avec les idées antérieures, les résultats obtenus par M. Longet, par voie expérimentale, ont prouvé que le nerf laryngé supérieur, partout ailleurs sensitif, ne pourvoit que

le muscle crico-thyroïdien, tandis que le nerf laryngé inférieur envoie des filets à tous les autres muscles du larynx.

De même, les opinions n'ont pu jusqu'ici s'accorder sur l'origine des éléments moteurs des nerfs du larynx, la plupart des auteurs les font, avec L. W. Th. Bischoff, venir du rameau interne du nerf de Willis qui unit ce nerf au nerf vague. Volkmann, au contraire, leur attribue, comme unique origine, la racine du nerf vague. Posant tout d'abord comme résultat général de nos propres dissections : que le nerf laryngé supérieur, partout ailleurs sensitif, ne pourvoit que par son rameau externe — qui, d'ailleurs, n'est pas entièrement moteur — un seul muscle du larynx, le muscle cricothyroïdien; que le nerf laryngé inférieur exclusivement moteur pourvoit, à l'exception du muscle crico-thyroïdien, tous les muscles du larynx; il nous reste à étudier d'une façon spéciale dans chacun de leurs rameaux les deux nerfs laryngés.

§ 1. — Le nerf laryngé supérieur.

Le nerf laryngé supérieur ayant en moyenne 1 millim. d'épaisseur se détache du nerf vague, généralement peu au-dessous de son plexus. Il passe derrière la carotide interne à laquelle du tissu cellulaire le fait adhérer, continue de descendre en se rapprochant du plan médian, puis arrivé près des cornes de l'os hyoïde, il éprouve sous un angle aigu une division en deux rameaux principaux d'épaisseur très-inégale, qui, d'aprés leur direction relativement au larynx, reçoivent les noms de rameau externe et de rameau interne. Avant le lieu de cette division, le laryngé supérieur envoie un mince filet qui, généralement renforcé par un petit filet directement venu du plexus du nerf vague, s'appelle *rameau descendant* du nerf laryngé supérieur, donne à la partie médiane de la division de l'artère carotide commune des filets au plexus intercarotidien, et descend se perdre dans l'adventice de la carotide. D'après F. Führer, qui trouva aussi le rameau allant du nerf laryngé supérieur à la carotide commune, déjà connue de Theile : la modification et l'affaiblissement de la voix qui suit parfois la ligature de ce tronc artériel, tient à ce que le rameau

nerveux se trouve compris dans cette ligature. De ce que la modification de la voix, qui devient rauque et profonde, ne se manifeste que quelque temps après la ligature, Führer conclut que les phénomènes de destruction produits dans le rameau descendant par la ligature ne se propagent que peu à peu dans le tronc nerveux commun.

a. Le rameau crico-thyroïdien ou externe du laryngé supérieur.

Les éléments moteurs contenus dans le tronc du nerf laryngé supérieur s'en détachent en formant le rameau externe qui comprend à peine le tiers des fibres de ce tronc. La fonction surtout motrice de ce rameau est prouvée : non-seulement par la terminaison facile à démontrer de ces fibres dans le muscle crico-thyroïdien, mais aussi parce qu'après sa section, le muscle reste inerte. La différence essentielle des fonctions du rameau externe du nerf laryngé supérieur a été aussi démontrée par les essais d'excitation appliqués par Rosenthal aux deux rameaux. Ces essais ont confirmé le remarquable résultat déjà donné d'autre part, que pour une excitation électrique de force suffisante de la totalité du laryngé supérieur, il se produit une relaxation complète du diaphragme, tandis que l'excitation du rameau externe seul ne donne aucun vestige de cet effet.

Lorsque le rameau externe du laryngé supérieur a reçu un ramuscule du ganglion cervical supérieur, il passe par-dessus le muscle thyréo-pharyngien et descend suivant la direction d'une ligne allant de l'angle arrondi à la base de la corne supérieure du cartilarge thyroéide, à la moitié du bord inférieur de la face latérale de ce cartilage. Là, le nerf pénètre le muscle crico-thyroéidien et y rayonne, s'épanouissant en forme de pinceau à partir de son bord interne vers l'arc du cartilage cricoïde. Un mince rameau poursuit cependant son chemin de dedans en dehors de la saillie arrondie de l'anneau inférieur du cartilage thyroïde vers la face interne de ce cartilage, dépasse ou traverse le muscle crico-aryténoïdien latéral, perfore (fig. 1, *c*) à la partie moyenne du bord inférieur du muscle thyro-aryténoïdien la membrane élastique du larynx et vient épanouir sa terminaison dans

la muqueuse de la corde vocale inférieure. Chr. Ernest Bach, qui semble avoir reconnu ce rameau nerveux, croit pouvoir le faire terminer dans le muscle crico-aryténoïdien latéral; cependant

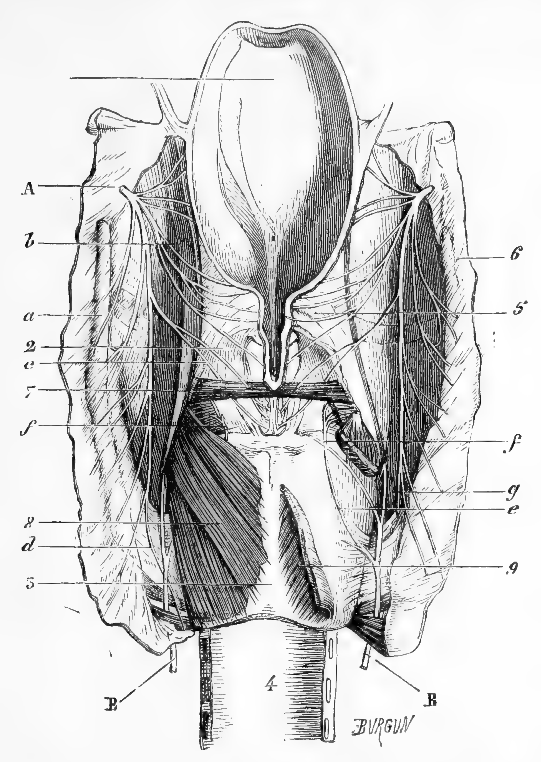


FIG. 1. — Les nerfs du larynx vus par la face postérieure de l'organe. Grandeur naturelle.

1, épiplotte; 2, cartilages aryténoïdes; 3, lame du cartilage cricoïde; 4, trachée-artère; 5, pli ary-épiglottique; 6, muqueuse du retrait pharyngo-laryngien détachée et renversée latéralement; 7, muscle aryténoïde transverse en partie enlevé; 8, muscle crico-aryténoïdien postérieur du côté droit, dans son intégrité; 9, muscle crico-aryténoïdien postérieur du côté gauche divisé pour montrer les nerfs passant sous lui; A, rameau interne du nerf laryngé supérieur; *a*, rameaux pharyngiens; *b*, rameaux ary-épiglottiques; *c*, rameaux aryténoïdiens perforants; *d*, rameau anastomotique; B, nerf laryngé inférieur; *e*, rameaux crico-aryténoïdiens postérieurs; *f*, rameau aryténoïdien transverse; *g*, prolongement du tronc du nerf laryngé inférieur.

une dissection soigneuse pour laquelle on doit, au moyen de l'acide acétique, rendre le tissu cellulaire transparent, démontre sûrement que s'il ne s'enfonce pas par la fente comprise entre les muscles thyro-aryténoïdien et crico-aryténoïdien, le nerf ne fait que perforer un de ces muscles.

b. Le rameau interne du laryngé supérieur.

Immédiatement près de l'extrémité condyloïde de la grande corne de l'os hyoïde, ce nerf descend perpendiculairement par dessus le muscle hyo-pharyngien et le ligament thyro-hyoïdien latéral, et arrivé à environ 6 millim. en dedans du point de division de la corne supérieure du cartilage thyroïde, il pénètre la membrane thyro-hyoïdienne recouverte du muscle de même nom. Ce passage a lieu par une fente semi-lunaire ou concave en dehors, de cette membrane dont le tissu n'est pas seulement percé, mais aussi soulevé par le nerf, indépendamment de l'artère laryngienne supérieure passant par une ouverture qui lui est propre, située plus en avant et plus proche du bord supérieur du cartilage thyroïde. Le nerf descend sous la muqueuse du retrait pharyngo-laryngien, obliquement en dedans en arrière, suivant la direction générale d'une ligne allant de l'extrémité condyloïde de la grande corne de l'os hyoïde à l'apophyse musculaire du cartilage aryténoïde. Ce n'est que par exception que le tronc nerveux produit dans cette direction un relief marqué de la muqueuse, coupant obliquement l'espace du retrait pharyngo-laryngien, auquel J. Hyrtl a donné le nom de « pli du nerf laryngien. »

Les filets nerveux tous sensibles produits par la division du rameau interne, rayonnant en haut, en dedans et en bas, s'épanouissant presque en forme de pinceau sous la muqueuse de ce retrait, doivent être divisés en deux groupes d'après la nature de leur sensibilité et leur distribution : les uns étant destinés à la partie laryngienne du pharynx, les autres à la muqueuse de l'espace laryngien.

a. Les *rameaux pharyngiens* se répandent non-seulement dans la totalité de la muqueuse qui revêt la face postérieure du larynx, mais aussi dans celle qui appartient à la paroi dorsale du pharynx située vis-à-vis. Aussi, vont-ils du point d'entrée du nerf dans le larynx jusqu'en bas, au bord inférieur de la lame du cartilage cricoïde, des deux côtés en nombre et force variable et se réunissent partiellement sous forme de plexus. Suivant leur destination, ils se rendent au feuillet externe du pli ary-épiglottique ainsi qu'à la

muqueuse qui, du fond du retrait laryngo-laryngien s'étendant sur la face interne du cartilage thyroïde, se prolonge jusqu'à la paroi postérieure du pharynx. De plus, ils pourvoient la muqueuse qui, en arrière, recouvre la région des cartilages aryténoïdes ainsi que la lame du cartilage cricoïde. Le rameau qui descend le plus bas, nommé généralement « rameau communiquant », ne se perd qu'apparemment dans le laryngé inférieur. Parfois, il est enveloppé avec lui, dans une certaine étendue, dans une gaîne commune; d'autrefois, il ne fait que les croiser superficiellement sous un angle aigu pour arriver à la muqueuse du pharynx en face de la lame du cartilage cricoïde.

b. Les *rameaux laryngiens,* qui pénètrent le tissu de la muqueuse qui revêt l'espace laryngien, ont une sensibilité différente de celle des précédents, car le simple contact d'un élément suffit à les mettre en état d'excitation anormale. L'irritabilité de la muqueuse laryngienne n'est cependant pas partout la même : ainsi les cordes vocales supérieures ont un bien plus haut degré de sensibilité que les cordes vocales inférieures. Depuis que les recherches de J. Müller ont appris que les ligaments thyro-aryténoïdiens supérieurs et les ventricules de Morgagni ne sont pas absolument nécessaires à la formation de la voix, mais tout au plus contribuent au renforcement du son, on peut se demander à quoi servent ces reliefs si sensibles qui sous forme des ligaments thro-aryténoïdiens supérieurs doués d'une mobilité si grande, recouvrent en haut, en faisant saillie sur elles, les cordes vocales proprement dites. Sous ce rapport, nous ne croyons pas nous tromper si nous les désignons comme un appareil de protection, qui pour la plus petite excitation se trouve toujours prêt, semblables à deux paupières, par une contraction rapide, à protéger les vraies cordes vocales de l'approche de tout corps nuisible.

D'après leurs rapports à la muqueuse des diverses divisions de l'espace laryngien, les rameaux du nerf laryngé supérieur qui leur sont destinés doivent être divisés : en rameaux épiglottiques, rameaux ary-épiglottiques et rameaux aryténoïdiens. Les *rameaux épiglottiques* sont au nombre de 4-5, se détachant de la branche interne du laryngé supérieur, une partie pénètre

dans l'interstice thyrohyo-épiglottique s'avançant de la face antérieure du cartilage de l'épiglotte jusqu'à la muqueuse de sa face postérieure, où quelques rameaux pourvoient aussi la muqueuse de la face antérieure libre, une partie va se distribuer du pli ary-épiglottique à la muqueuse de la paroi antérieure du vestibule du larynx. Les rameaux *ary-épiglottiques* (fig. 1, *b*) se présentant en général au nombre de trois, se divisent bientôt sous forme de fourche à plusieurs dents, descendant obliquement en arrière dans le plan médian entre les 2 feuillets du pli de même nom, jusqu'au fond de la fente. Ils ont une double signification en tant que les rameaux se distribuant dans la lamelle externe de ce pli, appartiennent à une petite portion de la paroi extérieure du pharynx, et que ceux-là seuls appartiennent au larynx, qui se distribuent dans la muqueuse de la paroi latérale du vestibule du larynx, par conséquent jusque sous les ligaments thyro-aryténoïdiens supérieurs.

Sous le nom de *rameaux aryténoïdiens perforants* (fig. 1, *c*), nous ne comprenons pas les rameaux appartenant au pharynx qui se distribuent à la muqueuse recouvrant le muscle aryténoïde, mais ceux qui perforent ce muscle pour arriver à la muqueuse située entre les extrémités postérieures des ligaments thyro-aryténoïdiens supérieurs et inférieurs, ainsi qu'à celle qui revêt la face regardant la cavité laryngienne de la lame du cartilage cricoïde.

La plupart des auteurs regardent ces rameaux comme les nerfs des muscles aryténoïdes, tandis que Longet, s'appuyant de l'expérimentation et de la dissection anatomique, a déterminé qu'ils sont de nature sensitive et que relativement à cette musculature, ils n'avaient que la signification de rameaux perforants. Je me trouve en situation de confirmer ces résultats, car j'ai pu suivre à la loupe chacun des petits filets nerveux entre les faisceaux musculaires qu'ils croisent, jusqu'à leur entrée dans la muqueuse. De chaque côté, deux rameaux dépassent en général le bord latéral du cartilage aryténoïde pour s'enfoncer obliquement vers le plan médian, à travers les faisceaux de l'aryténoïdien transverse. Un rameau va un peu au-dessous de la fente, divisé en plusieurs filets,

à travers la lamelle fibreuse qui relie les bords se regardant des cartilages aryténoïdes, jusqu'à la muqueuse de la paroi postérieure du vestibule du larynx, tandis que le second rameau plus fort, passant peu au-dessus du milieu du bord supérieur de la lame du cartilage cricoïde, gagne la muqueuse qui revêt la surface interne de la lame cricoïde.

§ 2. — Le nerf laryngé inférieur.

Le *nerf laryngé inférieur* ne peut être considéré, ainsi qu'il arrive souvent, comme formé de la totalité du nerf récurrent du nerf vague, mais comme le prolongement aminci pénétrant le larynx, de ce rameau le plus fort du nerf vague, car celui-ci comprend de nombreux éléments qui ne sont ni en rapport d'étendue ni en rapport de fonction avec l'organe de la voix, et qui, bien plus d'après leur destination, reçoivent les noms de *rameaux cardiaques inférieurs*, *rameaux trachéaux* et *œsophagiens supérieurs*. Cependant, dans l'étude du nerf laryngé inférieur, il ne faut pas négliger de considérer le nerf récurrent dans son ensemble, afin de se représenter quelles sont les influences possibles qui ont pour conséquence si fréquente des paralysies de la conduction, qui se manifestent le plus souvent par une perturbation considérable de la fonction du larynx.

Jusqu'à son entrée dans la région du larynx, le nerf récurrent n'a pas des deux côtés des rapports semblables, mais offre à droite et à gauche des rapports d'étendue différents.

Le *nerf récurrent gauche* a une beaucoup plus grande longueur que le nerf récurrent droit, parce qu'il se détache bien plus bas que celui-ci du tronc du nerf vague. Il s'en détache sous un angle aigu, devant l'extrémité de la crosse de l'aorte et en dehors du ligament artériel, tourne autour de la concavité de ce ligament, s'élève entre lui et la bronche gauche, suivant la face postérieure de l'aorte, qu'il quitte entre l'origine de la carotide primitive gauche et le tronc anonyme pour s'élever *devant* l'œsophage dans la fissure que celui-ci fait avec la trachée.

Ces rapports montrent par où le nerf récurrent peut être menacé. Il peut facilement arriver qu'un anévrysme de la crosse de

l'aorte, comprimant le nerf le paralyse, la voix devient sourde sans accent, de sorte que d'un autre côté, la paralysie de la corde vocale gauche peut donner un excellent signe diagnostic de l'existence d'un semblable anévrysme. De même, il est aussi possible qu'une hypertrophie des ganglions bronchiques ou la dilatation des bronches gauches, agisse d'une façon nuisible sur le nerf récurrent du côté gauche.

Le *nerf récurrent droit* naît du tronc du nerf vague pendant que celui-ci descend devant le commencement de la sous-clavière droite. Le nerf tourne autour de la surface inférieure et postérieure de ce vaisseau, monte rapidement en dedans, derrière le commencement de la carotide droite qu'il croise, et poursuit son chemin vers le larynx, derrière la face droite de la trachée dans la fissure que celle-ci forme avec l'œsophage.

Au premier abord, les rapports anatomiques montrent que le récurrent peut être menacé par des anévrysmes du tronc anonyme, aussi bien que du commencement de la carotide et de la sous-clavière droite. Mais, comme la concavité de la sous-clavière repose sur la pointe de la plèvre, le nerf se trouve menacé non-seulement par des affections de la plèvre, mais aussi par les affections variées de la pointe des poumons, et sa paralysie peut en être le résultat.

A partir du bord inférieur de la lame du cartilage cricoïde où son passage dans la région du larynx a lieu, le nerf récurrent devenu *nerf laryngé inférieur*, dans le sens propre du mot, épais de 1 millim., a des deux côtés les mêmes rapports. L'entrée a lieu à l'angle inférieur de la lame cricoïde, par une fente du muscle crico-pharyngien, produite par l'intervalle de deux faisceaux de ce muscle nés, l'un de cet angle, l'autre du bord inférieur du cartilage, à la limite de l'arc et de la lame. Alors le nerf, sortant de la fissure que forme, avec le cartilage cricoïde, la corne inférieure du cartilage thyroïde, monte derrière l'articulation crico-thyroïdienne, qu'il rase à côté du muscle crico-aryténoïdien postérieur. Au-dessus de cette articulation, le nerf change sa direction verticale pour décrire un arc concave en bas, à faible courbure, dont le prolongement couperait l'extrémité inférieure de l'angle du

cartilage thyroïde. Comme le nerf passe tant sur qu'à travers les muscles que recouvre la surface latérale du cartilage thyroïde, ce n'est qu'après l'éloignement de cette portion du cartilage qu'il peut être complétement vu.

Pour l'emploi de l'électricité aussi bien localisée que possible, il ne suffit pas de dire que le nerf laryngé inférieur pourvoit tous les muscles propres du larynx, à l'exception du muscle crico-thyroïdien, il faut aussi détailler ses divers rameaux et indiquer particulièrement le lieu où ils pénètrent les muscles correspondants. Sous ce rapport on doit, d'après les muscles qu'ils pourvoient, désigner spécialement :

a. Les *nerfs crico-aryténoïdiens postérieurs*. Pendant que le tronc du nerf laryngé postérieur passe devant le muscle crico-aryténoïdien postérieur en le rasant, il envoie deux rameaux, dont l'un passe dessous, l'autre dessus l'articulation crico-thyroïdienne, au-dessous du bord latéral du muscle, de sorte qu'ils commencent à monter obliquement vers le plan médian (fig. 2, B) : le premier, à la limite du tiers inférieur et moyen; le dernier, à la limite du tiers moyen et supérieur de ce bord, entre la lame du cartilage cricoïde et la musculature. Après avoir distribué des rameaux, l'un, à la moitié inférieure, l'autre, à la moitié supérieure du muscle, ils se confondent en un petit tronc commun, qui, sous le nom de :

b. *Nerf aryténoïdien transverse* apparaît au bord supérieur du muscle crico-aryténoïdien postérieur. A l'extrémité externe de l'articulation crico-aryténoïdienne, ce nerf dépasse le bord supérieur de la lame du cartilage cricoïde, pour se distribuer dans le muscle aryténoïde transverse, qui se trouve ainsi pourvu de nerf des deux côtés et de la même source.

c. Le *nerf crico-aryténoïdien latéral* est un mince filet se détachant du tronc, environ au point où celui-ci passe librement sur le milieu du muscle de même nom, ou bien se trouve recouvert de quelques faisceaux de ce muscle.

d. Les *nerfs thyréo-* et *ary-épiglottiques* se détachent du tronc nerveux, au bord supérieur du muscle crico-aryténoïde et rayonnent, en filets délicats, dans les muscles de même nom.

e. Le *nerf thyréo-aryténoïdien* continue en bas, le tronc du laryngé inférieur entre les muscles crico-aryténoïdien et thyréo-aryténoïdien, de sorte qu'au point milieu de l'intervalle, entre le

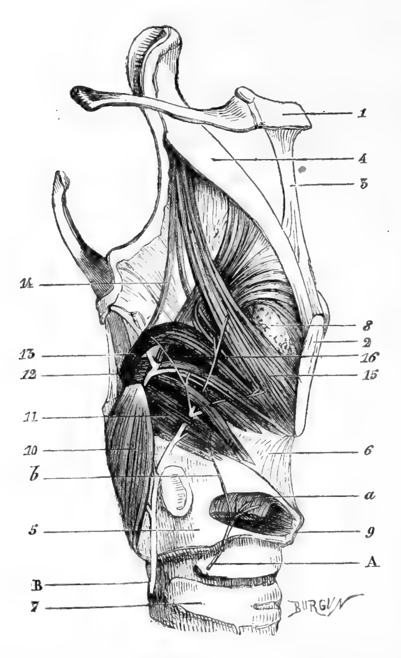


Fig. 2. — Vue de la face latérale gauche du larynx après éloignement de la lame du cartilage thyroïde pour montrer la direction et la distribution du nerf laryngé inférieur. Grandeur naturelle.

1, os hyoïde; 2, coupe médiane du cartilage thyroïde; 3, membrane thyro-hyoïdienne; 4, cartilage de l'épiglotte; 5, cartilage cricoïde; 6, ligament crico-thyroïdien; 7, trachée-artère; 8, cul-de-sac du ventricule de Morgagni; 9, portion renversée du muscle crico-thyroïdien; 10, muscle crico-aryténoïdien postérieur; 11, muscle crico-aryténoïdien latéral; 12, muscle aryténoïdien transverse; 13, muscle aryténoïdien oblique; 14, muscle ary-épiglottique; 15, muscle thyréo-épiglottique; 16, muscle thyréo-aryténoïdien; A, rameau externe du nerf laryngé supérieur; *a*, son rameau musculaire; *b*, son rameau sensible allant à la muqueuse de la corde vocale inférieure; B, nerf laryngé inférieur, qui, décrivant un arc de faible courbure, monte derrière la surface articulaire latérale du cartilage cricoïde, et donne les rameaux que nous avons décrits.

cartilage thyroïde et l'apophyse du cartilage aryténoïde, il disparaît à la vue. Dans la profondeur de la fente située entre les muscles susnommés, le nerf s'épanouit en forme de pinceau, en minces rameaux, qui, venant d'en bas, rayonnent dans la musculature du muscle propre des cordes vocales.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LE PASSAGE DES LEUCOCYTES

A TRAVERS LES PAROIS VASCULAIRES

Par M. le docteur V. FELTZ

Lauréat de l'Institut, Professeur agrégé et directeur des autopsies à la Faculté de médecine de Strasbourg.

§ 1. — **Remarques sur le sujet et sur les résultats de ces recherches.**

Dans le cours de l'année 1867, le docteur J. Cohnheim, professeur auxiliaire à l'Institut pathologique de Berlin, publia dans le n° XL des *Archives d'Anatomie et de Physiologie pathologiques de Virchow* un remarquable travail sur l'Inflammation et la Suppuration.

Cohnheim commence par une étude critique des principales doctrines, actuellement régnantes, sur l'Inflammation de la cornée. Il révoque en doute la théorie de His et Strube, qui veulent que, dans le processus inflammatoire de la cornée, les corpuscules étoilés jouent le rôle principal : ceux-ci s'hypertrophieraient d'abord pour se multiplier ensuite, soit par segmentation directe, soit par développement endogène de leurs noyaux.

L'histologiste de Berlin, se basant sur des préparations nombreuses faites par lui-même, nie la prolifération des éléments plasmatiques ainsi comprise et ne rattache pas l'apparition du pus dans le tissu de la cornée à des modifications quelconques des corpuscules conjonctifs : ni dans leur forme, ni dans leur nombre, ni dans leur agencement habituel.

Par des préparations de cornée, faites à l'aide d'une solution de chlorure d'or ($\frac{1}{2}$ pour 100 et quelque peu d'acide acétique), il établit formellement que, quel que soit le nombre des corpuscules de pus, les éléments fixes de la cornée et leurs prolongements sont conservés dans leur disposition normale. (Voyez le texte allemand, p. 1-3.)

Vient ensuite le tour de la doctrine de Recklinghausen. Tout le monde sait que, pour ce micrographe, la cornée n'est pour ainsi dire qu'un tissu lymphatique étalé, c'est-à-dire, creusé de canalicules filiformes en communication avec le système lymphatique général et qu'il y a, dans ce tissu, des éléments cellulaires lymphatiques qui s'y introduisent et s'y meuvent par force amiboïde. Recklinghausen est arrivé à cette idée, parce qu'il a vu des corpuscules lymphatiques pénétrer dans une cornée morte introduite dans un sac lymphatique d'animal vivant.

Recklinghausen admet que, dans la cornée enflammée, le processus se passe primitivement dans les éléments nomades qui tendraient à se rapprocher des formes des corpuscules fixes.

Cohnheim rejette cette manière de voir en avançant que les formes décrites par Recklinghausen, comme des modes de transition entre les corpuscules fixes et les corpuscules nomades, ne sont autre chose que des formes de décadence ou des états passifs des éléments fixes. Il conclut encore ici, qu'en cas d'inflammation de la cornée, il n'y a pas de modifications des corpuscules fixes de la cornée. (Voyez le texte allemand, p. 3-14.)

Quant aux modifications nucléaires de ces éléments, elles sont nulles; car de nombreuses études lui permettent d'affirmer que « les noyaux des corpuscules fixes de la cornée enflammée ne sont pas autres que ceux de la cornée normale; chaque corpuscule a son grand noyau, beaucoup de ces noyaux sont arrondis ou elliptiques, d'autres sont pliés ou déformés, rétrécis en un point tout aussi bien à l'état d'intégrité parfaite de la membrane cornéale qu'à l'état inflammatoire. A l'état normal, le noyau des corpuscules fixes est assez souvent caché par le protoplasma; mais le chlorure d'or le fait toujours apparaître. »

Les corpuscules fixes ne subiraient que des modifications régressives quand le tissu se ramollit dans son entier, quand il se liquéfie pour ainsi dire. En ce cas, ils deviennent granuleux, leurs prolongements se rétractent, et des lacunes se produisent dans leur protoplasma. (Voyez le texte allemand, p. 14-25.)

Après avoir établi que les corpuscules fixes ne se modifient en cas d'inflammation, ni dans leur ensemble, ni dans leurs noyaux,

l'auteur se pose deux questions : les corpuscules de pus, qui infiltrent la cornée dans le cas d'inflammation traumatique, idiopathique ou spécifique, proviennent-ils des éléments lymphatiques nomades préexistants dans la cornée, ou bien ne dépendent-ils pas du tout de la cornée, mais y arrivent-ils du dehors par pénétration? (Voyez le texte allemand, p. 23 et suiv.)

Cohnheim répond négativement à la première question, d'abord parce que les éléments lymphatiques sont purement accidentels dans les cornées normales, et ensuite parce que, le système lacunaire lymphatique étant indépendant du réseau de corpuscules conjonctifs, personne jusqu'à présent n'a vu naître de corpuscules lymphatiques ou de cellules de pus des corpuscules renfermant deux ou plusieurs noyaux.

Examinant ensuite la seconde idée, celle de la pénétration du dehors des éléments inflammatoires, l'auteur cite une série d'expériences ayant pour objet des kératites traumatiques limitées faites sur des grenouilles, desquelles il croit pouvoir conclure : 1° que la pénétration des éléments purulents dans le tissu cornéal proprement dit ne peut avoir lieu, ni par sa face postérieure, ni par sa face antérieure, en un mot, par aucun des points recouverts par de l'épithélium, et que ce dernier n'est, dans aucun cas, la source génératrice des globules de pus. Puis, revenant à la disposition anatomique normale, il établit, grâce à l'injection de solutions colorées dans les lymphatiques, qu'il y a dans la cornée un système lacunaire complétement dépendant du système lymphatique général, mais indépendant du système des corpuscules fixes, lesquels, quoique rayonnés, ne forment pas un réseau complet; qu'il est donc possible qu'il y ait, en cas d'inflammation, immigration d'éléments lymphatiques dans la cornée, qu'il est cependant difficile d'expliquer ainsi la marche constamment la même des kératites. Celles-ci commencent, en effet, toujours, par le bord supérieur ou par le bord inférieur de la membrane cornéale, même quand la lésion est centrale; il faut donc une raison anatomique pour expliquer cette particularité de l'évolution inflammatoire. C'est la recherche de ces conditions spéciales qui l'a amené à expérimenter sur le système sanguin.

Comment expliquer qu'en cas de blessure du centre de la cornée il se forme un cercle d'irritation plus ou moins opaque autour de la lésion, et un cercle plus clair, mais très-sensible déjà, tout à la limite supérieure de la cornée, vers les points d'insertion du muscle droit avec interposition entre ces deux zones d'une bande de tissu transparent au moins en apparence ?

Cohnheim explique le cercle excentrique par la disposition des vaisseaux sanguins qui sont très-abondants dans les points nommés et par l'émigration dans leur voisinage des globules blancs qu'ils contiennent. Quant au cercle interne, il dépendrait de la pénétration de leucocytes, nageant dans le liquide conjonctival devenu purulent préalablement pour cause d'inflammation de la conjonctive, dans les lacunes lymphatiques de Recklinghausen ouvertes par le traumatisme primitif. (Voyez le texte allemand, p. 57 et suiv.)

D'expérience en expérience, Cohnheim finit par déclarer que ce sont les corpuscules blancs du sang que l'on trouve comme corpuscules de pus dans la cornée enflammée, et que la source des leucocytes du sang est dans la lymphe, qu'en cas d'inflammation générale, ce ne sont pas les globules lymphatiques qui se déversent directement dans le tissu enflammé pour former le pus, qu'ils passent préalablement dans le sang et que c'est de ce liquide qu'ils émigrent dans les parties phlogosées. (Voyez le texte allemand, p. 28-38.)

Cette conclusion du travail de Cohnheim nous a frappé et nous a donné l'idée de répéter les principales expériences sur lesquelles l'auteur se fonde pour établir la nouvelle doctrine.

Nous avons fait nos recherches sans parti pris, plutôt avec l'espérance d'arriver aux mêmes résultats que Cohnheim, parce qu'il y avait quelque chose de séduisant dans sa manière de voir, du reste déjà signalée en 1849, par William Addison, en Angleterre, et en 1852 par Zimmermann en Allemagne. Nous pouvons dire que c'est à grand regret que nous combattrons les déductions de l'observateur de Berlin, parce que nous retombons dans le vague dont son travail avait semblé tirer certains points de l'importante question de l'inflammation et de la suppuration.

Nous étudions d'abord la circulation normale dans le mésentère et dans la langue chez les grenouilles, et dans le péritoine chez les souris.

Nous passons ensuite aux phénomènes qui marquent l'inflammation confirmée dans les membranes que nous venons de nommer.

En troisième lieu, nous faisons assister le lecteur aux différentes phases qui signalent le passage de l'état normal à l'inflammation arrivée à sa dernière période, et nous terminons par quelques expériences qui nous semblent démontrer jusqu'à l'évidence que le passage des leucocytes n'est pas possible à travers les parois des vaisseaux.

§ 2. — Circulation dans le mésentère de la grenouille.

Procédé opératoire. — Nous fixons la grenouille sur le dos contre une plaque de liége à l'aide de fortes épingles, après lui avoir préalablement lié ensemble les pattes de derrière. A chaque membre antérieur, nous attachons un petit lac qui nous permet de le tirer à volonté et de le maintenir aussi immobile que possible. La tête est retenue par des épingles qu'on passe dans la mâchoire supérieure sans le moindre inconvénient.

Nous avons d'emblée renoncé à l'empoisonnement par le curare pour éviter toute objection concernant l'action de cet agent sur la contractilité des muscles des parois vasculaires. Nous avons donc dû chercher un autre mode d'immobilisation.

L'objection concernant le curare a pour nous de la valeur; car il est évident que, s'il y a émigration de globules blancs, ce phénomène doit beaucoup dépendre de l'état des membranes qui laissent passer; il faut donc de toute nécessité ne pas commencer une expérience par l'administration d'un poison qui agit d'une manière quelconque sur l'un ou l'autre des éléments qui entrent dans la texture de la lame à traverser. D'après cette vue, je crois avoir bien fait de modifier dans le sens indiqué la manière de faire de M. Cohnheim.

La grenouille établie sur la planchette dans une immobilité

pour ainsi dire absolue, il s'agit d'avoir sous le microscope une partie suffisante du mésentère, sans saignement des parois de l'abdomen et surtout sans dilacération de la séreuse à examiner.

Pour ce faire, je fends l'abdomen sur le côté gauche, dans une étendue de deux centimètres. Cette opération doit se faire par incision successive des couches et très-lentement, pour laisser aux petites hémorrhagies inévitables le temps de s'arrêter par le contact de l'air ou par l'application du froid. Le péritoine ouvert, on déroule l'intestin en le tirant hors de la cavité abdominale. De cette manière, on obtient une portion de mésentère suffisante, qu'on étale sur une plaque de verre légèrement échauffée, soit au soleil, soit sur une lampe à alcool. On choisit la lame de verre de façon que l'intestin la déborde, puis on place cette dernière chargée du mésentère sur la moitié encore inoccupée du liége auquel l'animal est attaché et l'on fixe l'intestin sur cette table au moyen de petites épingles. De la sorte, il est de toute impossibilité qu'une goutte de sang puisse tomber sur la plaque de verre qui supporte le mésentère.

Avant d'établir d'une manière fixe le mésentère, il faut avoir soin de faire au liége une fenêtre correspondant à la place où devra se trouver la lame de verre, car cette dernière devra être libre dans toute l'étendue de la partie moyenne de sa face inférieure. L'observation microscopique sera ainsi très-facile lorsque l'on aura fixé le porte-mésentère à l'aide d'un mastic quelconque.

Pour le nettoyage des parties, je me sers d'un pinceau très-mou et d'eau distillée très-pure et tiède. Je n'emploie aucun réactif parce que, ici plus que jamais, il faut éviter l'action d'agents étrangers sur les substances coagulables qu'ils pourraient rencontrer dans les tissus organiques.

Quant aux observations microscopiques, je les fais avec un instrument de Nachet, petit modèle, auquel sont adaptables trois oculaires : n°s 1, 2 et 3, et trois objectifs : n°s 1, 3 et 5, d'où un ensemble de grossissements variant entre 80 et 500 diamètres.

On peut procéder à volonté avec ou sans couvre-objet. Pour mon compte, j'aimerais mieux le couvre-objet pour éviter la fixation de poussières sur les préparations, s'il n'y avait pas un petit

inconvénient, c'est-à-dire, une pression anormale sur les vaisseaux qu'il s'agit d'examiner. Pour nous soustraire encore à cette dernière objection, nous avons presque toujours opéré, les préparations nues.

Observations sur les courants sanguins. — L'animal installé sous le microscope, nous avons, en tout premier lieu, cherché à distinguer les artères, les veines et les capillaires. A cet effet, nous avons dû étudier le sens des courants, la rapidité de ceux-ci et le diamètre des vaisseaux.

On ne tarde pas à remarquer qu'il y a des courants centrifuges et d'autres centripètes; les premiers sont artériels, les seconds veineux.

Les artères, toutes choses égales d'ailleurs, sont toujours plus étroites et plus rectilignes que les veines correspondantes; elles vont, en se subdivisant et en diminuant progressivement de calibre, de la racine du mésentère à l'intestin qui reçoit leurs dernières ramifications; les veines au contraire s'étendent de ramuscules en rameaux plus ou moins anastomosés du conduit intestinal jusqu'à l'insertion mésentérique.

Le diamètre des artères est en moyenne d'un cinquième à un quart plus petit que celui des veines correspondantes, c'est-à-dire qu'une artériole de $0^{mm},10$ se trouvera à côté d'une veine de $0^{mm},12$ à $0^{mm},13$ et ainsi de suite.

Le diamètre des artères varie entre $0^{mm},10$ et $0^{mm},25$; celui des veines, entre $0^{mm},16$ et $0^{mm},30$.

Nous désignons sous le nom de *capillaires*, les ramuscules vasculaires les plus fins, ceux où, à l'état normal, nous n'avons vu passer de front qu'un, et au maximum deux ou trois globules.

Dans les capillaires, il est assez difficile de s'orienter quant à la direction des courants; leur disposition irrégulière, leur croisement sous des angles les plus différents, font que l'on ne voit pas toujours si le liquide y circulant a une direction centrifuge ou centripète. Avec de l'habitude, il sera cependant très-facile de se reconnaître au milieu de ce dédale de vaisseaux.

Un autre signe auquel on reconnaît le système artériel, c'est la pulsation cardiaque qui retentit dans les principaux troncs arté-

riels et qui ne se fait plus sentir dans les veines, à l'état normal du moins.

La rapidité du passage des globules varie avec le diamètre des vaisseaux, il est très-facile de s'en assurer : ici, le passage des globules est si rapide, qu'il est impossible de distinguer les hématies; plus loin, le courant se ralentit au point que l'on peut compter les cellules qui passent.

Dans les parties, où il n'y a ni lenteur exagérée, ni rapidité extraordinaire, on distingne principalement dans les artères, le long de la face interne des parois, une couche transparente, amorphe, que nous appelons *l'espace blanc.* Cohnheim insiste avec raison sur cette particularité en disant qu'on ne voit le long des parois, ni globules rouges, ni globules blancs, mais une simple couche de plasma, que les Anciens appelaient la *couche inerte.*

L'*espace blanc* est le plus large là où la circulation est la plus rapide, aussi est-il bien moins large dans le système veineux que dans le système artériel. Dans les veines il est par-ci, par-là, ensemencé de petites perles qui ne sont autre chose que des globules blancs qui y sont arrêtés, d'où probablement l'idée de l'appeler *couche globulaire inerte.*

Dans les capillaires, l'espace blanc existe encore, quoi qu'en dise Cohnheim, mais on le rapporte volontiers à la paroi, c'est-à-dire que, sans une grande attention et une observation durable et minutieuse, on en ferait volontiers une membrane faisant paroi. Avec des diminutions notables de vitesse de circulation, on y voit pénétrer des globules, d'où l'idée possible de pénétration des éléments dans la paroi du tube capillaire. Avec un peu d'exercice de l'œil, il sera toujours facile de se rendre compte très-exactement des choses.

A l'état normal, on peut s'assurer du rapport des globules blancs et des globules rouges de la grenouille, en comptant les éléments qui passent dans une même section de vaisseau, dans un temps donné : c'est ainsi que l'on arrive à une proportion de *un* globule blanc pour *douze ou quinze* globules rouges.

Chez les grenouilles, les leucocytes paraissent marcher plus

lentement que les hématies ; ils sont toujours plus rapprochés de la zone transparente que de l'axe du courant. Il est des capillaires où les éléments globulaires passent un à un, c'est en ces points qu'il est facile d'établir par l'observation que les globules blancs sont, chez la grenouille, dans le rapport de *un* à *quinze* et au maximum *un* à *vingt*. Je ne veux pas, par cette expression, dire qu'il n'y a qu'un leucocyte sur quinze hématies, d'une manière absolue, mais simplement, que dans la circulation réelle, effective, on ne peut compter qu'un élément blanc passant pour quinze rouges au maximum.

On voit encore, dans le mésentère, un certain nombre de vaisseaux tout blancs, à circulation très-lente, centripète et à contenu de noyaux ronds; nous croyons que ce sont des vaisseaux lymphatiques.

Quant aux autres parties constituantes du péritoine, il est aisé de les voir et même de les étudier. L'épithélium se montre sous forme d'une lame unique et mince, formée de cellules plus ou moins régulièrement polyédriques, juxtaposées les unes aux autres, sans interposition de quoi que ce soit. Ces cellules épithéliales sont très-transparentes, et ont chacune un noyau distinct. Les éléments ont comme diamètre de $\frac{1}{50}$ à $\frac{1}{80}$ de millimètre; leurs noyaux mesurent à peine $\frac{1}{120}$ de millimètre.

La trame est finement fibrillaire, ondulée; par-ci par-là se distinguent quelques lacis de fibres élastiques.

A de faibles grossissements, on ne voit pas d'éléments cellulaires dans la trame, mais à 350 diamètres déjà on remarque ci et là quelques renflements qui peuvent passer pour des éléments connectifs. Dans ces renflements allongés et fusiformes, on n'aperçoit ni noyaux, ni nucléoles, mais des granulations très-fines qui réfractent peu la lumière et qui font que les éléments dont il s'agit se découpent sur le fond clair des préparations sous forme de fuseaux plus ou moins opaques.

Dans le voisinage des vaisseaux existent, de loin en loin, quelques cellules adipeuses.

§ 3. — Circulation dans la langue de la grenouille.

Pour l'observation des phénomènes circulatoires de la langue de la grènouille, il faut prendre les dispositions suivantes :

Fixer solidement l'animal sur une plaque de liége ; on y arrive en procédant comme nous l'avons indiqué ci-dessus. L'immobilité une fois obtenue, on écarte les deux mâchoires de l'animal et avec une pince-mousse on tire la langue au dehors. Cette manœuvre réussit mieux si l'animal est couché sur le dos que sur le ventre ; il y a moins de torsion du pédicule, si je puis me servir de cette appellation, et par conséquent moins de gêne dans les troncs vasculaires qui pénètrent dans la langue par sa base d'insertion.

La langue est ensuite étalée sur une lame de verre plus ou moins circulaire à bords mousses mesurant à peu près un centimètre carré : celle-ci est disposée et fixée sur une fenêtre pratiquée dans la lame de liége, au devant de la bouche de la grenouille ; tout autour du support de verre, on fixe les bords de la langue à l'aide de fines épingles plantées dans le liége. De cette manière, on a sous les yeux et par conséquent sous le tube du microscope, si l'on veut, une certaine étendue de la langue bien étalée sur une plaque de verre ; on peut y placer un couvre-objet ou s'en passer, l'observation sera aussi facile dans ce cas que dans l'autre.

En examinant l'état des choses immédiatement après les dispositions ci-dessus mentionnées, on verra très-facilement l'épithélium de la langue présenter de distance en distance des solutions de continuité résultant probablement de l'étirement que l'organe a subi dans les préparations préliminaires. Le tissu musculaire se distingue très-aisément ; il est disposé par faisceaux isolés les uns des autres. Quant à la trame qui forme la charpente de l'organe membraneux, elle est composée de fibrilles onduleuses. Ce qui frappe le plus, c'est la disposition du système circulatoire.

Comme pour le mésentère, il sera aisé de séparer le système artériel, le veineux et les différents ordres capillaires. La circulation centrifuge est plus rapide que celle de retour ; entre ces deux

torrents on remarquera sans peine la circulation capillaire qui se caractérise par sa lenteur.

Les artères, les veines et même les gros capillaires présentent la zone latérale transparente qui est surtout bien accusée dans les vaisseaux centrifuges où le torrent *central* ou *axial* est très-accentué.

Les pulsations cardiaques retentissent dans tout le système artériel, mais ne se font nullement sentir dans les veines et les capillaires proprement dits.

Il sera toujours facile à l'observateur de trouver des ramuscules vasculaires où les éléments passent pour ainsi dire un à un, et de compter ces derniers pendant quelques secondes et même pendant quelques minutes. On peut admettre assez rigoureusement que dans une minute il passe dans un capillaire une dizaine de globules blancs pour cent rouges.

Ces expériences ont été répétées plus de cinquante fois durant l'été dernier. Nous les avons faites régulièrement deux fois par semaine pour nos conférences d'histologie pathologique où la plupart de nos élèves les ont pu voir et les suivre.

Nous n'avons jamais pu trouver dans la langue des grenouilles de vaisseaux blancs, lymphatiques comme ceux que nous avons signalés dans le péritoine de ces mêmes animaux.

§ 4. — Circulation dans le mésentère de la souris.

Ayant toujours échoué dans nos préparations de mésentère chez de jeunes animaux mammifères (petits chiens, petits chats, ailes de chauve-souris), nous avons eu l'idée d'opérer sur le péritoine de souris adultes et très-vivaces comme tout le monde sait.

Nous avons abandonné l'usage du chloroforme ou de l'éther recommandé par Cohnheim pour les petits chats et les petits chiens, parce qu'entre nos mains, ces animaux ne résistaient pas suffisamment longtemps à l'action délétère des anesthésiques.

Quant aux ailes des chauves-souris, elles sont trop épaisses pour des observations de ce genre. La dissection du feuillet épidermi-

que ne pouvant pas se faire sans épanchement de sang, nous avons dû forcément renoncer à ce genre d'opérations et revenir à l'idée d'examiner des péritoines chez des animaux à vie très-dure et assez petits pour pouvoir être placés sous un objectif de microscope.

Notre aide et ami, M. Boucher, interne à l'hôpital civil, nous a trouvé un excellent moyen pour fixer et immobiliser d'une manière convenable les petits animaux dont nous voulions nous servir.

Après bien des tâtonnements, nous nous sommes arrêté au procédé opératoire suivant :

On saisit la souris avec deux pinces pour ne pas être mordu, avec l'une on prend la peau du cou, avec l'autre, celle de la partie inférieure du tronc. On place l'animal sur une mince plaque de liége et on le renverse sur le dos. Un aide étend successivement les quatre pattes et les fixe sur le support avec de petits blocs de poix préalablement ramollie. Il reste encore à immobiliser la tête, ce qui se fait par le même moyen en plaçant de petites masses de la matière gluante sur les oreilles et les poils qui garnissent le museau.

A ce moment, on taille dans le liége une grande fenêtre latérale qui arrive jusqu'à l'un des flancs de l'animal en expérience; elle servira ultérieurement à rendre possible l'observation microscopique.

On dispose une plaque de verre qui s'adapte sur la découpure et qui est assez longue pour la dépasser de quelques millimètres à droite et à gauche et pour prendre point d'appui sur les côtés. Cette plaque ne doit pas être trop large.

On saisit alors la peau du ventre avec une pince à mors très-fins, on l'incise sur une ligne qui part du milieu des côtes et qui descend directement jusqu'au bassin. On coupe avec précaution les plans musculaires sous-jacents qui sont très-fins et l'on ouvre la cavité péritonéale.

L'écoulement de sang qui résulte de ce traumatisme s'arrête au bout de quelques secondes.

Quand l'hémorrhagie a cessé, on retire à l'aide de deux petites

pinces les intestins de leur cavité, on procède lentement et en les déroulant avec précaution pour ne rien déchirer et pour n'avoir aucun épanchement sanguin qui puisse entacher d'erreur les recherches à faire.

On choisit la partie d'intestin dont le mésentère est le plus lâche; c'est ordinairement la portion inférieure de l'iléon, à quelques millimètres au-dessus du cæcum, qui présente les conditions les plus favorables.

On étale alors sur la lame de verre le péritoine qui vient s'insérer sur cette section du tube alimentaire, on s'arrange de façon à faire dépasser le porte-objet par l'intestin que l'on retient en position à l'aide de petits crochets.

Ces instruments pourront être facilement fabriqués : il suffit de recourber la pointe d'une fine épingle à suture et d'envelopper la tête d'une petite boule de poix molle pour avoir un instrument très-commode et facile à fixer dans toutes les positions que l'on voudra par une simple pression exercée avec un doigt sur la petite masse visqueuse.

En prenant ces précautions, on arrivera à n'avoir sur le porte-objet que du péritoine. Les parties intestinales qui servent de point d'appui aux crochets et qui pourraient, étant blessées par eux, saigner, sont en dehors du support.

Il faut avoir soin, si l'on veut que la circulation se continue normalement, de mettre dans l'abdomen, ainsi que sur la préparation, quelques gouttes d'eau distillée tiède. On évitera ainsi le desséchement si rapide produit par le contact de l'air et l'on maintiendra ainsi la température pendant la durée de l'observation.

Dans quelques cas, nous avons placé sur la séreuse ainsi disposée un couvre-objet en verre mince, ce qui se fait très-aisément quand il est de dimension convenable.

Sur cinq expériences ainsi faites, nous avons obtenu les résultats suivants : une souris vécut une heure, deux autres de deux à trois heures, les deux dernières ne succombèrent que trois, quatre et même cinq heures après le commencement de l'opération.

Nous avons étudié la circulation normale sur les premières de nos bêtes, et nous avons pu nous assurer qu'il y avait des diffé-

rences assez marquées entre la circulation péritonéale de la grenouille et celle de la souris. Chez cette dernière, il est facile de constater que la dilatation des vaisseaux, surtout des veinules et des veines, est précédée d'une coarctation assez sensible. Nous avons vu des vaisseaux diminuer de calibre sous nos yeux, conserver le nouveau diamètre pendant vingt et trente minutes et se dilater ensuite jusqu'à gagner un tiers en plus de la mensuration primitive. Cette petite expérience prouverait donc déjà que la dilatation inflammatoire des vaisseaux est consécutive à un rétrécissement, et que ce dernier serait en quelque sorte le premier stade du processus.

Une autre différence à signaler entre l'animal à sang chaud et l'animal à sang froid consiste dans la rapidité plus grande de la circulation chez le premier et la moindre accentuation des battements artériels; ces derniers en effet sont très-difficiles à saisir sur le péritoine des souris.

Quant au nombre des leucocytes, nous le considérons aussi de par nos observations comme inférieur à celui des globules blancs de la grenouille.

La zone transparente est aussi accentuée dans les vaisseaux de la souris que dans ceux de la grenouille. Il est également à remarquer qu'il y a identité sous le rapport de la circulation axiale, c'est-à-dire que chez l'une et l'autre série d'animaux, le point le plus rapide de circulation se rencontre au centre des vaisseaux.

La couche inerte à proprement parler ne se marque dans les vaisseaux de la souris qu'au bout de une heure et demie à deux heures, et jamais nous ne l'avons vue égaler l'épaisseur de celle des vaisseaux des grenouilles.

Les quelques vaisseaux lymphatiques qu'on parvient à saisir dans le péritoine des souris présentent comme particularité une circulation relativement très-lente.

§ 5. — **Inflammation artificielle du péritoine chez les grenouilles.**

A l'exemple de Cohnheim, nous prenons de grandes grenouille

et nous introduisons dans leur cavité abdominale de petits bourrelets d'ouate et de charpie que nous y abandonnons de vingt à trente heures. Après ce laps de temps, nous tuons les animaux en expérience pour procéder à l'autopsie.

La membrane péritonéale est trouvée rouge, épaissie, plus ou moins opaque et couverte d'un exsudat fibrino-purulent; bref, tous les caractères habituels de la péritonite aiguë existent.

A l'examen microscopique, on constate une infiltration de tissu péritonéal par du pus, des granulations moléculaires. Le revêtement épithélial n'existe plus d'une manière distincte.

Sur certains points se voient de petites taches hémorrhagiques, de véritables ecchymoses.

Les vaisseaux sont très-marqués par suite d'engorgement, de tassement d'hématies dans leur intérieur.

Si, au lieu de tuer les grenouilles, on se contente de leur fendre plus largement la paroi abdominale pour dérouler l'intestin et étaler le mésentère sur une plaque de verre six, douze et seize heures après l'opération préliminaire, on pourra s'assurer *de visu* de l'état de la circulation dans les cas de phlogose et étudier simultanément les transformations élémentaires que l'autopsie a révélées tout à l'heure.

C'est ainsi qu'on ne tardera pas à s'apercevoir qu'au bout de six heures déjà, les capillaires et les veines se sont fortement engorgés d'hématies et de leucocytes. La circulation ne persiste plus, si toutefois elle n'est pas complétement suspendue, que dans les parties centrales des vaisseaux dilatés outre mesure et présentant de distance en distance des renflements moniliformes remplis d'éléments du sang. A côté des branches, où la circulation continue, il y en a d'autres, où tout mouvement est arrêté et où au sang fluide se sont substitués de petits coagulums cruoriques.

Dans les points où des canalicules remplis de concrétions sanguines et par conséquent privés de toute impulsion cardiaque sensible s'abouchent à des canaux encore libres et traversés par le torrent circulatoire, on ne sera pas longtemps sans voir le liquide coulant entraîner des conglomérats hématiques occupant l'em-

bouchure des rameaux où tout stagne. Ces départs de petits caillots déterminent dans d'autres vaisseaux situés plus loin et encore perméables des arrêts de circulation ; on y voit encore quelques mouvements oscillatoires, puis le bouchon se fixe et tout s'arrête. Quelquefois même, des ruptures se produisent ainsi, elles ne tardent pas à se marquer par des flaques de sang au milieu des tissus.

Un autre mode de production d'hémorrhagies se rencontre quelquefois : des capillaires engorgés cessent d'être perméables et se déchirent sous les yeux même de l'observateur par suite de l'excès de tension ou de la pression exagérée du contenu sur le contenant.

On peut démontrer la disparition des épithéliums dans le péritoine enflammé par le procédé indiqué par Cohnheim, c'est-à-dire le mouillage des préparations avec une solution au quart de nitrate d'argent.

Jusqu'ici, il n'y a pas de différence bien appréciable entre les observations de Cohnheim et les nôtres.

§ 6. — **Des modifications du tissu péritonéal enflammé.**

Voyons maintenant les premières modifications du tissu péritonéal sous l'influence de l'inflammation, et contentons-nous, pour provoquer la phlogose, du contact de l'air.

Au bout de trois à quatre heures, quelquefois de six heures seulement, la scène pathologique commencera.

Le premier phénomène apparent est une dilatation progressive jusqu'à un certain maximum, des artères et des artérioles. Ces vaisseaux peuvent ainsi gagner un diamètre double. Une certaine élongation ne tarde pas à se produire : d'où, au lieu d'un trajet rectiligne, des courbures et des sinuosités latérales très-appréciables.

Ces changements de forme dans le système artériel, déterminant une augmentation de capacité, sont d'habitude effectués au bout d'une heure.

Les veines se distendent à leur tour, un peu plus tardivement que les artères, mais plus rapidement, une fois que la dilatation a commencé. Elles peuvent ainsi doubler, et même tripler de volume.

Quant aux capillaires, l'échelle microscopique n'indique que des changements de une à deux divisions, ce qui, comparativement aux artères et aux veines, est à peine appréciable.

Ces changements de capacité entraînent nécessairement des modifications dans le cours du sang ; aussi voyons-nous la circulation se ralentir dans les artères et les veines et la stase devenir de plus en plus manifeste dans le système capillaire.

La couche transparente artérielle et veineuse disparaît progressivement, elle est envahie par des corpuscules blancs, si bien qu'au bout de deux à trois heures, quelquefois plus rapidement encore, les globules sanguins touchent les parois vasculaires sur presque tous les points.

Ce phénomène se marque surtout dans les veines où les pulsations cardiaques ne se font point ou peu sentir ; les pulsations artérielles le rendent plus tardif et même impossible d'une manière absolue dans le système artériel proprement dit, à cause de la propulsion régulièrement intermittente qu'elles impriment aux parois des vaisseaux rouges, qui fuient à chaque saccade la colonne sanguine y contenue.

Dans les veines, la couche de globules blancs acquiert, au bout d'une à deux heures, une épaisseur assez considérable pour simuler sinon partout, du moins dans quelques points, de véritables aspérités coniques faisant notablement saillie dans la lumière des vaisseaux. Au niveau de ces nodosités globulaires internes s'aperçoivent dans les éléments qui les constituent des changements de forme très-appréciables. De globulaires, nous voyons les leucocytes devenir polyédriques, fusiformes et même plus ou moins pédiculés ; en un mot, il se dessine dans ces amas de globules des mouvements, des étirations signalées dans ces derniers temps sous le nom de mouvements amiboïdes. Quant à nous, nous pensons que les causes effectives de toutes ces mutations de forme se trouvent principalement dans les pressions réciproques des élé-

ments les uns sur les autres et dans les frottements qu'exercent sur eux les globules rouges ou blancs encore circulants.

Les globules blancs que l'on voit dans l'intérieur des vaisseaux une fois accolés à la membrane interne, ne remuent plus et ne changent de formes qu'autant que d'autres éléments viennent s'y joindre. Quelquefois cependant, il arrive qu'après un moment de repos, de stagnation, un certain nombre de leucocytes se détachent encore sous l'influence du courant sanguin pour être entraînés un peu plus loin, mais jamais ils ne rentrent franchement dans le torrent circulatoire, ils vont toujours s'adjoindre à des amas globulaires blancs existant déjà sur d'autres points de leur parcours.

Il résulte de ces faits et gestes des globules blancs, que leur disposition à la face interne des conduits vasculaires n'a rien de nettement déterminé : ici, simple stagnation de quelques globules blancs; plus loin, tassement de ces éléments et changements de formes; plus loin encore, mamelons faisant très-fortement saillie dans l'intérieur des vaisseaux et ressemblant à des piles de boulets, comme on en voit dans les cours des arsenaux. Ce dernier phénomène se voit surtout au niveau des courbures et aux points d'intersection des veinules et des capillaires.

Dans ces derniers, la stagnation est telle au bout d'un certain temps, qu'ils sont totalement remplis de globules blancs ou rouges indistinctement; même contre les parois, les deux espèces d'éléments se voient indifféremment.

A partir de cette phase, différents cas peuvent se présenter :

1° Il peut se faire des hémorrhagies par déchirure des capillaires, soit par distension directe et excessive des parois des ramuscules vasculaires sous l'influence de l'engorgement devenant de plus en plus considérable par l'apport incessant des matériaux artériels d'une part et par le défaut d'écoulement veineux d'autre part (j'ai vu cette éventualité se produire six fois sur trente), soit, comme nous l'avons vu plus haut, par déplacement de petits blocs hématiques entraînés par la circulation collatérale et déposés plus loin dans des canalicules qu'ils ne peuvent traverser pour cause de leur volume. L'effet du sang circulant sur ces coins

développe une tension exagérée en arrière de l'obstacle, d'où possibilité de rupture et par suite épanchement sanguin dans l'épaisseur de la membrane. Dans les trente expériences que j'ai faites, j'ai vu quatre fois des hémorrhagies par embolies;

2° S'il ne se produit pas d'hémorrhagie, on peut continuer l'observation au point de vue des phénomènes inflammatoires.

Au moment de la formation de la couche blanche inerte dans les veines et de la stase commençante dans les capillaires, en un mot, quand le ralentissement de la circulation sera effectué, c'est-à-dire de deux à cinq heures après le commencement de l'expérience, on verra se produire, tout autour des vaisseaux veineux et capillaires, des noyaux ressemblant absolument aux leucocytes. Ces éléments sont d'abord peu nombreux et se laissent facilement compter. Les premiers sont tout contre la paroi externe du vaisseau; peu à peu de nouveaux éléments venant à s'ajouter aux premiers, il en résulte par ci par là de petits amas ayant les formes les plus bizarres. Avant qu'une ou deux heures soient écoulées, tout le tissu ambiant sera envahi par de semblables productions, elles infiltreront bientôt tout le tissu de la séreuse et se montreront même sur la surface épithéliale, comme il est aisé de s'en assurer en colorant celle-ci avec une goutte de nitrate d'argent. Ces leucocytes, si tant est qu'on peut leur donner ce nom, n'ont ni les mêmes formes, ni les mêmes diamètres : on en voit de globulaires, d'ovoïdes, et d'autres enfin qui ont des prolongements filiformes nettement accentués au nombre de deux ou de trois. Pour les diamètres, ils varient entre $\frac{1}{120}$ et $\frac{1}{80}$ de millimètre;

3° Les parois des canaux veineux ou capillaires ne subissent cependant pas de modification : on ne les voit ni s'épaissir, ni s'amincir, et dans les points où elles sont le plus chargées de globules blancs et où l'on dirait de prime abord qu'il y a infiltration, épaississement par engorgement nucléolaire, il est facile de se convaincre, en prenant un petit grossissement, que les lignes internes et externes des parois sont parfaitement régulières et ne présentent pas d'aspérités; qu'à l'intérieur aussi bien qu'à l'extérieur des vaisseaux, les leucocytes ne sont qu'accolés et nulle-

ment parties constituantes, comme on pourrait le croire en n'examinant pas avec soin tous les détails que nous venons de mentionner.

Sur la langue des grenouilles, on voit les mêmes phénomènes que dans le mésentère, seulement un peu plus tardivement, probablement parce que cet organe est plus habitué aux influences extérieures.

L'observation est peut-être plus facile ici, parce que la présence de fibres musculaires isolées et irrégulièrement disposées coupe l'ensemble des préparations en différents compartiments, dans lesquels il est facile de se reconnaître par suite de la variété de leurs formes extérieures. C'est dans la langue que j'ai pu compter les éléments que j'ai vus s'accumuler successivement dans certains territoires; c'est également sur des langues que j'ai montré ces phénomènes aux élèves qui suivaient mes conférences d'histologie l'été dernier.

Pour compter les éléments, nous avons procédé de la manière suivante : nous choisissons dans la préparation une place où une veinule se trouve bien isolée, où l'on voit parfaitement tous les contours intérieurs et extérieurs du vaisseau en élevant et en abaissant le tube du microscope, et où le passage des globules peut être facilement apprécié. En cherchant, on trouve aisément un vaisseau où il passe par minute de huit à douze leucocytes.

Tout autour du canalicule choisi, l'espace doit être libre, c'est-à-dire aussi transparent que possible. Cet espace doit, à son tour, être limité par une ou deux fibres musculaires; de la sorte, on a sous les yeux un petit casier où l'on pourra voir très-nettement tout ce qui se passera.

La circulation subira d'abord toutes les modifications que nous connaissons déjà ; l'accumulation des globules blancs le long des parois se fera lentement et irrégulièrement, peu à peu, dix, vingt globules blancs se fixeront sur l'un ou l'autre point de la paroi interne de la veinule, ils resteront pendant un certain temps mobiles les uns sur les autres, quelques-uns d'entre eux seront de nouveau entraînés par la circulation pour aller se fixer plus loin,

puis de sphériques qu'ils étaient, ils prendront des formes différentes, si bien que dans le mamelon on en verra de polyédriques, de fusiformes et de coniques.

Au bout d'un certain temps apparaîtront sur la limite externe du vaisseau une ou deux, et même plusieurs petites aspérités qui, analysées avec soin, ne sont autre chose que de tout petits tas de leucocytes semblables en tous points à ceux de la paroi interne.

Ces petits mamelons extérieurs composés d'éléments parfaitement indépendants les uns des autres, peuvent se produire tout aussi bien sur des points correspondants aux mamelons internes que sur d'autres, et j'ai vu plusieurs fois des amas de quinze, vingt et trente globules se faire dans des points où il n'y avait à l'intérieur du vaisseau qu'une unique et simple couche d'éléments blancs.

Il ne m'a jamais été donné de voir ni sur la langue, ni sur le mésentère de grenouille, de leucocytes étranglés d'abord dans des canalicules et devenir libres ensuite en conservant pendant un temps plus ou moins long, un prolongement filiforme, dernier vestige de l'étranglement subi; j'ai toujours vu les globules parfaitement libres dans tout leur pourtour.

Après quatre, cinq et six heures d'observation, tout l'espace transparent ci-dessus signalé se trouve rempli d'éléments blancs si nombreux qu'ils finissent par ne plus pouvoir être comptés, si abondants qu'ils dépassent certainement en quantité les globules blancs qui sont renfermés dans le tronçon du vaisseau examiné et même le nombre de ceux qui y ont passé durant tout le cours de l'expérience. J'ai vu, à plusieurs reprises, trois ou quatre fois au moins, des globules blancs qui d'emblée ne touchaient même pas la paroi extérieure du vaisseau.

Dans le mésentère de souris vivant de trois à cinq heures, on peut assister à quelques particularités également dignes de remarque.

Après la contraction des vaisseaux vient, comme nous l'avons dit, la dilatation avec la formation lente et progressive de la couche inerte.

Comme chez la grenouille, il se forme de petits amas de quatre, cinq et même dix globules blancs le long de la paroi interne des veinules ou des capillaires; mais jamais ces aspérités ne deviennent aussi considérables soit en nombre, soit en volume, que celles que l'on observe dans les rameaux vasculaires de la grenouille : cela ne tiendrait-il pas à la moindre quantité de leucocytes chez les souris, et peut-être aussi à la rapidité plus considérable de la circulation.

Le long de la paroi externe, il n'apparaît pas de mamelons chez les souris, tout se borne à la présence de quelques globules blancs toujours parfaitement circulaires parce qu'il n'y a pas, comme chez la grenouille, tassement des éléments les uns sur les autres; d'après nous, la principale cause de la déformation manquant, la forme sphérique doit nécessairement persister.

Quant à une infiltration nucléaire des parois ou à la constatation de lacunes pariétales à un moment donné, il n'y a pas à y songer, quelque minutieusement que l'on puisse observer les membranes limitantes des vaisseaux. Il va sans dire aussi que nous n'avons jamais vu le passage des globules blancs dans la paroi, ni leur étiration dans des stomates dont nous venons de nier l'existence. Ce qui plus est, nous avons manifestement vu, dans un mésentère de souris très-transparent, des leucocytes apparaître dans un territoire traversé par un vaisseau unique, sans qu'il n'y ait encore eu une seule aspérité extérieure dans toute l'étendue visible de la branche vasculaire en observation.

Les expériences que je viens de rapporter ont été répétées, un grand nombre de fois, sur des grenouilles au moins. M. le professeur Michel en a vu et suivi de près plusieurs, presque tous mes élèves y ont successivement assisté. M. Blazer, aide d'anatomie, et M. Boucher, interne à l'hôpital civil de Strasbourg, m'ont bien souvent donné leur temps pour me remplacer au microscope et continuer une observation commencée. Quand il s'agit d'examens microscopiques qui doivent durer cinq, six heures et même plus, et où l'attention doit être constamment portée sur un seul point, il faut nécessairement être plusieurs pour se relayer; la chose peut se faire sans inconvénient si l'on choisit une place bien

déterminée de la préparation et sur laquelle tous les observateurs sont d'accord.

S'il y avait réellement passage de globules blancs dans des stomates et des canalicules creusés dans les parois des vaisseaux, nous aurions certainement vu autre chose que ce que nous venons de rapporter.

§ 7.— **Remarques sur les faits décrits par M. Cohnheim.**

Comme je ne suis pas d'accord sur ce chapitre avec M. Cohnheim, je ne puis m'empêcher de donner ici la traduction littérale de son texte.

Je dirai ensuite les preuves à l'appui de ma manière de voir, le résultat de mes expériences d'introduction de poussières colorées dans le système circulatoire sanguin et lymphatique, et mes essais sur la résistance et la perméabilité des parois des vaisseaux.

Ce qui suit est extrait du Mémoire de Cohnheim.

« Tout à coup survient un nouveau phénomène : du contour extérieur de la paroi veineuse naissent des élevures petites, incolores, à surface noueuse, qui semblent être des excroissances bosselées de la paroi vasculaire. Ces excroissances grandissent lentement et petit à petit, bientôt même la tunique externe du vaisseau semble porter une demi-sphère de la grosseur d'un demi-globule blanc, plus loin cette production prend un aspect pyriforme ; la grosse extrémité de la figure est libre, la partie pointue tient à la paroi. Ce corpuscule pyriforme, à son tour, fournit des prolongements et des dentelures qui rayonnent autour de lui et prennent les formes les plus variées. L'extrémité libre de la poire, qui jusqu'à présent s'est gonflée et dentelée, s'éloigne de plus en plus de la paroi vasculaire, tandis que son pédicule s'étire en un fil très-mince de 0,05 et même de 0,07 de millimètre de longueur. Finalement, ce pédicule se détache de la paroi et nous avons sous les yeux un corpuscule incolore, quelque peu brillant, contractile avec quelques prolongements très-courts, et un autre très-long, en un mot une forme qui égale un globule blanc en grandeur. Cet élément présente souvent, même pendant qu'on l'observe, mais

surtout après l'action des réactifs, un ou plusieurs noyaux, ce qui fait qu'il ne diffère aucunement d'un leucocyte. » (Extrait du Mémoire de Cohnheim, 1867. Voyez le texte allemand, p. 38.)

« Dans le temps que se forme le mamelon pyriforme dont il a été question plus haut, et qu'a lieu sa séparation de la paroi vasculaire, temps qui peut dépasser deux heures, il s'est avancé vers d'autres points de la paroi une grande quantité d'autres globules blancs, si bien qu'à ce moment on voit dans le champ du microscope tous les degrés ou stades par lesquels a passé successivement le seul corpuscule dont nous avons parlé. On voit simultanément des excroissances plus ou moins bosselées, des mamelons pyriformes avec pédicule plus ou moins long, en quantité variable. Ces globules à queue sont les uns immobiles, les autres exécutent des mouvements oscillatoires par leur grosse extrémité. Peu à peu le nombre des globules incolores qui font saillie devient si considérable que, quatre heures après l'apparition de la première boursouflure, la paroi externe de la veine est complétement entourée d'éléments globulaires qui y sont implantés comme des pieux ; quelques heures après, ce n'est plus une simple couche de globules incolores, mais une véritable forêt de ces derniers que l'on voit dans le champ du microscope : c'est-à-dire quatre à six rangées de globules irrégulièrement superposés dont les plus intérieurs se rattachent à la paroi vasculaire par leur tige. A mesure qu'on s'éloigne de la veine, les pédicules des globules diminuent, si bien qu'à la fin on ne voit plus que des éléments blancs du sang ou du pus, contractiles et très-variables dans leurs formes. » (Voy. le texte allemand, p. 39.)

« Rien dans tout le cours de la phlogose n'est plus variable que l'apparition des globules blancs au pourtour extérieur des veines. J'ai pu observer le phénomène trois ou quatre heures après la mise à nu du mésentère chez certaines grenouilles ; chez d'autres, il s'écoulait jusqu'à douze et même quinze heures jusqu'à sa manifestation ; ce qui plus est, cette inégalité du moment de la sortie des globules se présente souvent sur le même individu. On peut examiner une veine une ou deux heures sans y trouver de changement, en faisant varier la préparation de quelques millimètres

seulement, on peut tomber sur un vaisseau complétement entouré de globules incolores. » (Voyez le texte allemand, p. 40.)

« J'ai observé le fait de la présence des leucocytes au pourtour extérieur des veines du mésentère dans les plus petits et les plus gros troncs, tout restant dans l'état ci-dessus indiqué dans l'intérieur même de ces vaisseaux. Jamais on n'aperçoit de globules rouges au milieu des globules incolores extravasés. » (Voy. le texte allemand, p. 40.)

« On ne me soupçonnera pas, je pense, de m'être trompé grossièrement et d'avoir pris les globules incolores qui sont au-dehors de la veine comme venant de loin ou comme sortis par des ruptures. L'exposé de mes expériences, quelque imparfait qu'il soit, donnera à tout homme non prévenu la certitude qu'il s'agit ici d'*une migration de globules incolores de l'intérieur de la veine au dehors, à travers la paroi intacte du vaisseau.* Ces globules, qui s'amassent ainsi à l'extérieur de la paroi, sont identiques avec les éléments blancs du sang, comme l'on peut aisément s'en convaincre en examinant leurs caractères histologiques. . . . . .» (Voyez le texte allemand, p. 41.)

« Dans les capillaires où il y a un courant continu, de vitesse uniforme, il n'y a pas grand changement à signaler; mais dans ceux où se présente un arrêt de circulation plus ou moins complet, il se produit des phénomènes nouveaux : tout d'abord, les globules blancs, jusqu'à ce moment sphériques, changent de forme et subissent des métamorphoses qui ont toujours le caractère des mouvements amiboïdes. Bosselures arrondies ou pointues qui finissent par s'étrangler et ne plus se rattacher à la paroi du capillaire que par un pédoncule allongé. Ces corpuscules détachés complétement prennent les apparences des globules blancs. Pendant ce processus souvent très-long, on obtient fréquemment l'image d'un de ces globules qui par une partie de sa substance est situé encore dans l'intérieur du capillaire et par une autre en dehors. Cette constatation doit chasser tout doute sur l'interprétation du fait. » (Voyez texte allemand, p. 43 et 44.)

« Dans les capillaires, ce ne sont pas seulement des globules blancs, *mais encore des globules rouges qui abandonnent l'inté-*

rieur du vaisseau. Pendant que l'œil suit encore un groupe de cellules incolores qui ont perforé la paroi capillaire et qui entourent maintenant le vaisseau, se présente tout à coup au milieu d'elles, en dehors du vaisseau par conséquent, un corpuscule rond qui se reconnaît à sa couleur comme faisant partie d'un globule rouge. Si l'on examine de plus près, on ne tarde pas à voir nombre de ces particules; leur grandeur, leurs formes sont variables, quelquefois elles ont le volume d'un noyau de globule rouge ou elles le dépassent. Tantôt elles atteignent la grosseur d'une demi-hématie. Les plus petits de ces corpuscules paraissent arrondis, les plus grands courbés en limbe. On ne peut douter qu'ils ne soient des fragments de globules rouges; car on voit très-bien à la place correspondante de l'intérieur du capillaire *la masse restante du globule* renfermant encore le noyau *qui reste en rapport* avec les particules extérieures par un col étroit, étranglé par la paroi capillaire. Les globules rouges du sang auraient, d'après cela, par suite de leur étiration par la paroi vasculaire, la forme d'une taille de guêpe. C'est dans cette piteuse situation que j'ai vu les globules sanguins rester des heures entières! La stase venant à cesser dans les capillaires, on voit souvent la partie du globule restée dans l'intérieur du vaisseau, balloter et osciller sous l'effort des globules rouges et blancs en circulation, tandis que la partie extérieure au vaisseau reste immobile. Le sort de ces éléments peut encore être plus lamentable: quand la stase cesse dans un capillaire, j'ai vu la moitié intérieure d'un globule étranglé par la paroi être violemment arrachée du fragment externe et entraînée plus loin. On voit même de ces amputations de globules sans cause directe. Toutefois, la plupart des globules ne subissent pas une aussi triste destinée et traversent la paroi sans coup férir. Une particularité à noter, c'est que parfois deux, trois, et même plusieurs globules rouges enfilent le même canalicule de la paroi, passent au dehors et qu'ensuite le passage se ferme et ne laisse plus traverser aucun élément. Ce n'est pas là, comme on le pense bien, la règle.

» En résumé, douze, dix-huit ou vingt-quatre heures après la mise à l'air du mésentère, la plupart des capillaires sont entourés

d'anneaux d'éléments globulaires; ce sont pour la plupart des corpuscules blancs contractiles, la minorité est certainement la partie rouge. Dans cette dernière, on distingue des disques sanguins rouges à noyaux et des globules assez petits, sphériques, elliptiques, sans noyaux et d'apparence homogène : ce sont là probablement les débris des globules discoïdes séparés en deux. » (Voyez texte allemand, p. 46.)

§ 8. — Expériences sur l'injection de particules dans les vaisseaux et comparaison des données précédentes à celles de nos observations.

Si l'on compare notre description à celle de Cohnheim, il est facile de s'apercevoir que nous n'avons pas vu comme lui.

Nous n'avons jamais pu constater *de visu* ni le passage direct des globules de sang, ni les canalicules des parois vasculaires que cet observateur prétend avoir remarqués. Bien plus, il ressort de ses observations que ces canalicules se fermeraient après avoir donné issue à des séries d'éléments rouges et blancs. Nous avons donc dû chercher à résoudre le problème d'une autre façon que par l'examen immédiat.

A cet effet, nous avons essayé de colorer les globules blancs ou au moins les canalicules qui leur livreraient passage.

En injectant dans la lymphe ou dans le sang du bleu d'aniline dissous dans de l'alcool et précipité par de l'eau distillée, par conséquent à l'état de grains extrêmement fins, suspendus dans le véhicule, nous espérions atteindre notre but. Nous pensions que, les molécules colorées se déposant, au dire de Cohnheim du moins, dans et sur les éléments blancs du sang ou de la lymphe, il serait aisé de saisir la progression des leucocytes à travers les parois vasculaires, et dans le cas où le globule ne se colorerait pas, de voir au moins des dépôts de grains colorés dans les sinuosités des lacunes de passage des globules rouges qui, n'ayant pas de mouvements amiboïdes, ne traversent les parois des capillaires que par excès de tension, c'est-à-dire par pression *a tergo*.

C'est avec ces idées que nous avons entrepris les expériences suivantes :

Première expérience. — Nous attachons sur la table d'opération un roquet de moyenne taille et déjà assez avancé en âge. Nous lui ouvrons l'abdomen par une incision, le long de la ligne blanche, partant de l'appendice xiphoïde et allant jusqu'au pubis. La section se fait sans hémorrhagie notable.

Le ventre ouvert, nous retirons les viscères, intestins et rate, et nous les réclinons vers le côté gauche, en ayant soin de ne pas déchirer le mésentère. Nous voyons alors le feuillet pariétal postérieur du péritoine. Derrière lui et par transparence nous apercevons un peu au-dessous de l'estomac de fort beaux vaisseaux lymphatiques assez volumineux, reconnaissables à leur couleur blanche; le chien était en pleine digestion.

Nous incisons la séreuse abdominale au niveau d'un de ces chylifères; nous isolons le canal et nous le soulevons sur une sonde cannelée pour passer deux fils à ligature dans la rainure de l'instrument. Ils doivent servir ultérieurement à prévenir l'écoulement du liquide contenu dans le vaisseau.

Ces dispositions prises, nous introduisons une aiguille de Pravaz dans la lumière du lymphatique. Nous y adaptons la seringue remplie de solution alcoolique d'aniline précipitée par l'eau et nous injectons son contenu avec lenteur.

L'opération se fait facilement et sans accidents. Les deux bouts, périphérique et central, sont liés immédiatement.

Les organes splanchniques, sortis de leur cavité, sont alors remis en place et la plaie abdominale est fermée par des sutures à points passés.

Le chien mis en liberté ne manifeste aucun symptôme morbide. Il se sauve seulement loin de nous, se rappelant le supplice auquel nous l'avons soumis.

Après l'avoir laissé vivre encore trois heures, nous le mettons à mort. Nous le faisons périr par hémorrhagie pour faciliter le passage des substances étrangères dans le torrent circulatoire.

L'autopsie est faite immédiatement; nous retrouvons facilement le vaisseau qui nous a servi : il est sans aucune déchirure, ainsi que les canalicules qui s'anastomosent avec lui. Son in-

térieur est rempli de matière bleue visible par transparence. Nous le suivons jusqu'au premier ganglion. Celui-ci est complétement injecté, il se présente sous l'aspect d'une masse bleue. De ce ganglion partent plusieurs branches qui s'étendent jusqu'au canal thoracique. Nous ne constatons dans ces canalicules aucune trace de coloration bleue.

Nous procédons alors à l'examen microscopique. Dans l'intérieur du vaisseau, le liquide laisse voir des corpuscules lymphatiques très-nombreux et une grande quantité de petits blocs bleus d'aniline. Ni les leucocytes, ni les globulins ne sont colorés et ne renferment dans leur intérieur de grains bleus.

Une coupe faite dans le ganglion injecté nous fait voir également de petites masses d'aniline et des globules blancs très-nets : aucun de ces derniers n'est pénétré par la matière colorante.

Nous disséquons alors le canal thoracique, nous le lions à ses deux extrémités et nous l'excisons au delà des ligatures. Le liquide contenu est soumis à l'examen microscopique. Nous lui trouvons tous les caractères de la lymphe. Malgré des recherches attentives et prolongées, il nous a été impossible d'y découvrir des molécules d'aniline, en tant que renfermées dans les globules.

Le sang des différents organes, examiné avec soin, ne présente rien d'anormal.

Le ganglion injecté est mis de côté dans un lieu frais et humide pour qu'il ne se dessèche pas; nous y faisons de nouvelles et nombreuses coupes après vingt-quatre heures. Malgré le contact prolongé de la substance colorante avec les éléments lymphatiques, nous obtenons les mêmes résultats que la veille, à l'examen microscopique.

Deuxième expérience. — Nous injectons quelques divisions de la seringue de Pravaz chargée de notre solution habituelle d'aniline dans la veine tégumenteuse du ventre de plusieurs grenouilles, puis nous lions le vaisseau et nous remettons les animaux opérés dans l'eau pendant quelque temps.

Après quatre, six, huit et dix heures, nous étalons la langue d'après le procédé ordinaire, pour assister aux phénomènes qui caractérisent le début de l'inflammation. Nous constatons ainsi

que le sang renferme effectivement des grains colorés en assez grande quantité; ils passent dans les vaisseaux sous forme de petites poussières libres et nullement renfermées dans l'intérieur des globules blancs ou rouges. La plupart de ces molécules sont parfaitement libres comme nous venons de le dire, quelques-unes cependant paraissent accolées à la surface externe des éléments globulaires.

Il nous a toujours été de toute impossibilité de voir passer de ces grains dans les tissus ambiants ou même se déposer et s'arrêter dans les parois vasculaires.

Troisième expérience. — Nous introduisons une quantité relativement considérable de bleu d'aniline, 6 à 7 centimètres cubes de la solution, dans la veine crurale gauche d'un chien.

L'animal supporte parfaitement l'opération; séance tenante, nous lui faisons une plaie de la cornée de l'œil droit en tirant à travers cette membrane un fil de soie. Nous laissons vivre l'animal huit jours, jusqu'à complète inflammation suppurante de la cornée. Cette dernière une fois en suppuration, mais non encore ulcérée, nous tuons l'animal d'un coup de pistolet dans le but de trouver dans le pus infiltrant la membrane enflammée des grains d'aniline injectés huit jours auparavant dans la veine crurale.

L'autopsie de l'animal a été des plus curieuses; nous la pratiquâmes en présence de M. Poncet, médecin-major, répétiteur à l'Ecole de santé militaire, et de M. Boucher, interne à l'hôpital civil, notre aide.

Il nous est facile, de par la simple coloration des parenchymes, de voir que la matière colorante a circulé. Dans le poumon, nous trouvons plusieurs petits infarctus récents à petits cailiots cruoriques, mêlés de notre poussière étrangère. Il en est de même dans le foie, où la lésion est déjà plus avancée et où les trois infarctus que nous rencontrons sont déjà décolorés et à l'état de poussières graisseuses plus ou moins fines.

A notre grand regret, nous ne trouvons rien dans le pus de la cornée, pas une seule molécule d'aniline. Nous ne pouvons signaler cette dernière substance que dans le sang contenu dans les vaisseaux ou dans les parenchymes, dans les points où il y a

eu déchirure de capillaires, petites hémorrhagies et infarctus.

J'ai répété cette expérience sur un lapin. J'ai obtenu les mêmes résultats que chez le chien.

Les *conclusions* à tirer de cette série d'expérimentations s'imposent ; nous avons à peine besoin de les rappeler : les globules blancs de la lymphe ou du sang ne se colorent pas avec le bleu d'aniline et les grains de cette substance ne s'infiltrent pas dans le protoplasma ou contenu des éléments,comme le dit Cohnheim.

Les grains d'aniline sont susceptibles de circuler avec le sang dans les vaisseaux, mais ils n'en sortent jamais sans déchirure préalable des capillaires.

Ces molécules colorées ne s'infiltrent pas dans les parois des vaisseaux, comme cela devrait nécessairement arriver s'il y avait des lacunes ou des stomates : car il est de toute évidence que les globules rouges ne passant, d'après Cohnheim, que par excès de pression, il devrait en être de même des molécules bleues plus petites que les globules rouges.

Il est impossible que le pus de la cornée, s'il était de provenance hématique, ne renfermât des grains colorés.

§ 9. — Expériences sur le passage des globules rouges au travers des parois vasculaires.

Si jamais les conditions de passage des globules rouges se trouvent toutes réunies, c'est certainement dans les cas de ligature des veines principales des membres ou du cou, ou encore dans les différentes phases des thromboses veineuses. En semblable occurrence, l'obstacle veineux provoque dans le système capillaire d'abord, dans les artères ensuite, une tension certes au moins aussi considérable que dans les stases inflammatoires ; donc, le passage des éléments rouges du sang devrait se faire, sinon mieux, du moins aussi bien que dans les éventualités de la phlogose.

Quoique nombre d'observations cliniques puissent nous autoriser à nier l'extravasation directe et immédiate des hématies, nous nous sommes cru forcé néanmoins de vérifier les faits par l'expérimentation.

A cet effet, nous avons fait les expériences suivantes :

Nous lions, chez un lapin de forte taille, les deux veines jugulaires un peu au-dessus du sternum ; à un autre lapin, nous oblitérons ces mêmes vaisseaux en y enfonçant des séries d'épingles placées à un centimètre de distance les unes des autres, deux de chaque côté, pour obtenir des caillots veineux dans les sinus cérébraux.

Ces deux lapins succombèrent à peu près huit jours après l'opération. Les caillots des veines jugulaires remplissaient toute la lumière de ces vaisseaux et étaient composés de globules rouges plus ou moins déformés, de leucocytes et de tractus fibrineux.

J'ai trouvé chez le premier des lapins un œdème manifeste, un ramollissement de la partie antérieure et inférieure de l'hémisphère cérébral gauche, et une lésion du même genre dans le corps strié du côté droit. Chez l'autre lapin, l'altération portait surtout sur l'hémisphère droit, dans sa partie moyenne et inférieure. Ces foyers n'étaient pas rouges et piquetés comme dans les cas d'infarctus, ni blancs comme dans les oblitérations des gros troncs artériels. Ils se distinguaient des uns et des autres par une liquéfaction extraordinaire. La substance ramollie flottait en quelque sorte dans un sérum plus ou moins rougeâtre. La dissociation de la substance cérébrale, du reste très-peu altérée, tenait évidemment à une exsudation séreuse exagérée produite par un excès de pression dans le système capillaire. Cet exsudat tenait en suspension un certain nombre de globules sanguins provenant de la déchirure de quelques capillaires, laquelle avait la même cause que l'exsudation elle-même.

A la suite d'une ligature de la veine fémorale dans le pli de l'aine d'un chien, nous n'avons trouvé, malgré le gonflement considérable du membre, huit jours après l'opération, que de la sérosité claire épanchée dans le tissu cellulaire. La dissection la plus minutieuse des muscles, des nerfs, des artères et des veines ne nous a pas fait découvrir la moindre extravasation sanguine.

Certes, si l'augmentation de pression dans le système capillaire était une cause suffisante pour la sortie des globules rouges à

travers les parois, nous aurions trouvé nécessairement non-seulement de l'œdème, mais encore des épanchements sanguins proprement dits. Dans les cas de phlegmasies blanches, l'extravasation sanguine devrait être la règle et non l'exception, si la théorie de Cohnheim était aussi vraie qu'il veut bien le dire.

Une autre manière d'arriver à cette démonstration consiste dans l'injection de liquides colorés par suspension de poussières dans le système vasculaire veineux, qui est très-favorable à ces sortes d'opérations, surtout si l'on a soin, pour faire pénétrer la matière choisie, d'employer une pression constante.

Nous sommes arrivé à nos fins, avec un appareil construit par notre ami, M. Lacome, appareil grâce auquel nous substituons à la pression de la main celle de l'air comprimé, que nous pouvons toujours mesurer très-commodément à l'aide d'un manomètre adapté à notre appareil.

En opérant avec de l'eau pure ou chargée de quelque poussière que ce fût, fût-ce même de l'aniline, nous n'avons jamais pu faire passer à travers les parois vasculaires autre chose que de la sérosité claire.

Les preuves ne manquent donc pas à notre assertion, c'est-à-dire à la négation du passage des globules rouges du sang à travers les membranes limitantes des vaisseaux par simple excès de pression.

Nous devons ajouter qu'avec notre appareil d'injections, il nous a été possible de calculer la tension réelle que peuvent supporter les capillaires sans se rompre. Quand le manomètre mercuriel monte à 12 centimètres et demi, les capillaires éclatent.

§ 10. — **Sur le passage des globules blancs au travers des parois vasculaires.**

Pour les globules blancs, Cohnheim admet un autre mode de passage à travers les parois des vaisseaux que pour les éléments rouges; pour ceux-ci, la tension vasculaire est tout; pour ceux-là, elle n'est rien.

L'auteur commence par donner les raisons qu'il croit justes

pour expliquer le pourquoi de la présence des leucocytes dans les couches éloignées de la circulation axiale. Il admet l'explication de Donders (voy. le texte allemand, p. 48) :

« Comme la vitesse du cours du sang augmente à mesure qu'on se rapproche de l'axe du vaisseau, le globule blanc sphérique est frappé dans sa moitié interne par un courant plus rapide que dans sa moitié externe, il en résulte que l'élément se meut non-seulement suivant la direction du sang, mais qu'il subit encore une torsion sur son axe. Sous l'action de ces forces motrices, le leucocyte est forcément amené vers la périphérie du vaisseau. Semblable chose n'a pas lieu pour les globules rouges qui doivent à leur forme aplatie de n'être touchés que par un bord peu large, donc pas de torsion possible. »

Nous admettons volontiers qu'il en soit ainsi, nous nous contenterons de faire remarquer au lecteur que jusqu'ici, le globule blanc est tout à fait passif. Qu'arrive-t-il une fois que les leucocytes sont accolés contre la paroi interne du vaisseau ?

D'après Cohnheim, les globules blancs restent sphériques aussi longtemps qu'ils circulent, mais dès qu'ils s'arrêtent pour une raison ou pour une autre, ils changent de forme et prennent des mouvements amiboïdes. C'est en vertu de ceux-ci, et nullement pour cause d'augmentation de pression, qu'ils s'introduisent dans les lacunes épithéliales pour suivre ensuite les canalicules creusés dans le tissu connectif des membranes moyenne et externe et pour arriver finalement au dehors.

En admettant, pour un instant, l'existence des stomates épithéliales, et celle des canalicules filiformes des tuniques des vaisseaux, on est forcément amené à se demander ce que pourraient bien devenir les leucocytes une fois sortis des vaisseaux. En d'autres termes, la première chose à examiner dans l'hypothèse du passage des globules blancs du sang, c'est l'étude des destinées de ces éléments une fois extravasés. C'est par là que nous avons commencé.

J'ai essayé à plusieurs reprises de maintenir en vie des grenouilles qui avaient servi à des expériences en leur réduisant le mésentère malade et en suturant la paroi abdominale. Je ne suis

pas parvenu à guérir un seul de mes sujets; ils sont tous morts au bout de très-peu de temps; mais, en opérant sur les langues de ces animaux, il est facile d'atteindre le but proposé.

Après avoir vu les couronnes de leucocytes autour des vaisseaux et l'infiltration nucléaire de tout le tissu, on détache l'animal de la planchette d'opération et on le remet dans l'eau. D'habitude, il continue à vivre n'ayant pas subi de traumatisme grave.

Après quelques heures de séjour dans l'eau, on retire la grenouille d'expérience et on la réinstalle pour l'observation de la circulation dans la langue. L'organe étant bien tendu et desséché à l'aide d'un pinceau, l'on est tout étonné de ne plus rencontrer de globules là où quelques heures auparavant il y avait des couronnes très-épaisses de leucocytes autour des vaisseaux veineux et capillaires.

La seule supposition possible et compatible avec la théorie de Cohnheim, c'est la réintégration des éléments préalablement sortis des vaisseaux dans leurs lieux d'origine; la sortie suppose évidemment la rentrée. Par quelle force ce nouveau mouvement peut-il avoir lieu? Les leucocytes ont en effet à vaincre, pour opérer leur retraite, la résistance des parois et l'effort que fait sur celles-ci la colonne sanguine y circulant; on ne peut certes pas supposer que les canaux de passage, si toutefois il y en a, restent ouverts; autrement les globules sortiraient plutôt que de rentrer, parce que, toutes choses égales d'ailleurs, on pourait invoquer, comme adjuvant à la sortie, la pression latérale du sang.

Cohnheim, comme nous l'avons dit, admet que la sortie s'opère sous l'influence des mouvements amiboïdes qui commencent aussitôt que l'élément blanc n'est plus en circulation, qu'il a perdu l'état tétanique dans lequel l'a mis le mouvement circulatoire; la forme globulaire du leucocyte ne serait, en effet, autre chose qu'un état de paralysie par contracture. La circulation venant à cesser, le globule blanc retrouverait toute sa puissance, et serait susceptible de changer spontanément de forme et d'exécuter des mouvements propres de translation, de progression ou autre, la sortie hors des vaisseaux serait donc tout entière active, nullement dépendante de la pression de la colonne sanguine, et supposerait

nécessairement une espèce d'instinct, pour ne pas dire d'intelligence, dans le globule blanc, qui ferait trouver à ce dernier les stomates épithéliales d'abord et les sinuosités lacunaires des autres tuniques vasculaires ensuite.

Si retour de leucocytes dans le torrent circulatoire il y a, ce mouvement rétrograde doit s'opérer par les même voies et par les mêmes mouvements amiboïdes; il suffira de doter le leucocyte d'un instinct de direction grâce auquel il retrouvera son chemin; car sans cette faculté en quelque sorte de volonté, je ne vois pas comment un globule blanc ferait pour reprendre sa place et sa forme normales dans le cours du sang.

Pousser la théorie de Cohnheim jusqu'à ses dernières limites, nous a semblé le meilleur moyen de fixer le lecteur sur la valeur réelle des assertions, d'après nous hasardées, de cet auteur. Ce qui nous frappe surtout, c'est la différence capitale que le savant de Berlin établit entre le globule blanc et le globule rouge, pour la sortie duquel il fait intervenir, et cela avec insistance, l'augmentation de la pression sanguine; il dit en effet : « L'interprétation appliquée à cette marche des globules à travers les parois des vaisseaux ne suffit pas pour les globules rouges qui, dans les capillaires, traversent aussi la paroi, car les globules rouges n'ont pas de contractilité propre qui leur facilite les changements de forme, et tous leurs mouvements sont dus à une impulsion extérieure, ils sont passifs. Il n'y a aucune difficulté, à mon avis, à découvrir la force qui pousse les globules rouges au dehors des vaisseaux ; cette force, c'est l'augmentation de pression de la colonne sanguine. Cette tension suffit-elle pour pousser les globules rouges à travers la paroi capillaire qui n'est nullement préparée à la chose? Sans hésitation j'admettrai qu'elle est suffisante, si des globules blancs, qui ont préalablement passé par le capillaire, ont dilaté quelque peu les stomates, comme on peut très-bien se le figurer en pensant à la délicatesse de la paroi capillaire. »

Même avec ces explications, il nous est difficile de rendre compte du phénomène tout entier de la résolution, car nous sommes obligé de nous demander ici ce que deviennent les globules rouges qui, étant passifs, ne peuvent certes retourner dans le torrent cir-

culatoire, nous devrions donc au moins retrouver encore ces derniers dans les langues examinées quelques heures après le séjour des animaux en expérience dans l'eau.

Pour ce qui est de l'absence de contractilité du globule rouge, nous nous demandons également comment il se fait qu'un globule qui est souvent obligé de se déformer pour passer soit dans un capillaire très-fin, soit même à travers une des lacunes pariétales de Cohnheim, reprenne sa forme normale, discoïde, aussitôt après avoir franchi les détroits. Si cet élément était aussi passif qu'on veut bien le dire, il saute aux yeux qu'il ne pourrait jamais retrouver son habitude ordinaire. Tout le monde sait cependant qu'il n'en est pas ainsi. Je pourrais renvoyer ici le lecteur aux remarquables travaux de Max Schultze, sur le sang.

§ 11. — Sur les prétendus orifices des parois vasculaires.

Il nous reste maintenant à nous occuper des stomates et des lacunes de passage des parois vasculaires, à établir ou à infirmer leur existence en nous basant sur une étude complète de la question.

Nous avons déjà montré que ces canalicules ne se laissaient jamais pénétrer par des poussières inertes, si fines qu'elles soient.

Examinons en premier lieu la manière de voir de Cohnheim : « Quant au chemin que suivent les globules émigrants, le lecteur, après avoir suivi mes expériences, reconnaîtra sans doute avec moi qu'il existe des chemins préformés, des espaces canaliculés dans la paroi vasculaire. C'est par ces chemins que s'avancent les globules pour passer au dehors, personne n'admettra que des globules incolores du sang aient assez de force pour rompre les tuniques des vaisseaux. Examinons la structure anatomique des parois : dans les trois sortes de tuniques, nous trouvons comme base le tissu connectif. La membrane adventive ou externe et l'intima ou l'interne sont complétement formées de tissu connectif. Dans la médiane, les fibres musculaires lisses sont plongées dans ce même tissu. C'est dans les artères de moyen calibre que les

fibres musculaires sont les plus abondantes. Nous pouvons laisser de côté ces vaisseaux, ainsi que ceux où les fibres élastiques abondent, car en général ce n'est pas des artères que sortent les globules. Si la plus grande masse des parois vasculaires est formée de tissu connectif, il n'y a pas de doute possible sur le passage des éléments lymphatiques à travers les réseaux préexistants de ce tissu. Il ne reste que la simple couche d'épithélium pavimenteux qui recouvre la face interne de la tunique interne des artères et des veines qui pourrait s'opposer à la traversée. Or, Recklinghausen, Ædmanson et autres, nous ont appris que les membranes épithéliales, surtout celles à une couche de cellules, ne sont pas complétement fermées, qu'il s'y rencontre constamment des ouvertures rondes et elliptiques qu'ils appellent *stomates*, variables en nombre et en grandeur. Il existe dans l'épithélium vasculaire de ces stomates ; ce qui ôte tout doute à cet égard, c'est l'injection d'une solution de nitrate d'argent. Je me servais d'une solution renfermant un quart pour cent d'eau, et elle m'a réussi chez le lapin et la grenouille. Après l'injection, je vis ressortir d'une manière très-tranchante, dans tout le système vasculaire, des lignes noires s'anastomosant entre elles et limitant de petits espaces renfermant dans leur milieu un noyau épithélial. Ces espaces clos sont peu larges, allongés, fusiformes dans les artères losangiques, dans les veines. Les contours de l'épithélium artériel sont linéaires et ceux des veines légèrement ondulés. L'épithélium capillaire tient le milieu entre les deux autres formes. Ce qui frappe dans les injections bien réussies ce sont des taches noires, petites, ou bien des cercles incolores entourés d'une périphérie noire qui interrompent très-fréquemment les lignes limitantes de l'épithélium proprement dit. Ces espèces de lacunes se rencontrent surtout dans les points où plusieurs cellules se touchent. Les taches sont très-évidentes et très-grandes quand les vaisseaux sont bien remplis par l'injection et que la paroi vasculaire ne présente plus de plis. Cette circonstance me semble bien plaider en faveur de l'interprétation qui fait de ces dessins ou de ces taches des ouvertures ou des vides. C'est là aussi ce qui doit faire que les stomates sont en plus grand nombre et en disposi-

tion plus régulière dans les veines et les capillaires et en petit nombre dans les artères. On obtient surtout les lacunes en injectant le nitrate d'argent directement dans les veines, immédiatement après la mort de l'animal. Il résulte de ces injections que l'admission de stomates et de creux canaliculés dans les parois vasculaires est plus qu'une hypothèse. » (Voy. le texte allemand, 1867, p. 53 et 54).

§ 12. — **Remarques sur les faits énoncés dans le paragraphe précédent.**

Par le passage que nous venons de traduire, l'on voit que Cohnheim est absolument partisan des théories de Recklinghausen sur la structure canaliculaire du tissu connectif; il interprète ses expériences personnelles comme l'auteur que nous venons de rappeler, il admet que ce qu'il appelle des solutions de continuité dans la couche épithéliale vasculaire sont autant d'ouvertures de canalicules conjonctifs dans l'intérieur du vaisseau sanguin.

Il nous a été facile de répéter les injections de Cohnheim au nitrate d'argent au titre de un quart de gramme pour 100 grammes. Nous avons opéré sur la veine porte et l'artère hépatique, mais avec des résultats variables. Si l'on injecte du nitrate d'argent dans des vaisseaux dont on n'a pas fait préalablement sortir tout le sang, on obtient des magmas qui gênent l'action du nitrate d'argent et qui empêchent cette substance de toucher directement les parois vasculaires : il résulte de cet accident des colorations très-incomplètes des réseaux épithéliaux des vaisseaux, d'où des taches blanches entourées de cercles noirs simulant des lacunes, mais n'en étant pas réellement.

Si on lave d'abord les vaisseaux à injecter en y faisant passer un courant d'eau rapide, on arrive par le nitrate d'argent à un résultat tout autre que dans le premier cas : on obtient des réseaux assez nets et des points cylindriques ellipsoïdes noirs que l'on ne peut certes pas considérer comme des lacunes; car il est aisé de se convaincre qu'elles sont l'effet de desquamations épi-

théliales opérées par l'injection d'eau d'une part, et la distension exagérée des parois par les liquides introduits à plus ou moins haute pression, d'autre part.

Si Cohnheim a obtenu par ses injections des taches noires et des taches blanches circonscrites par des cercles noirs, cela tient évidemment à ce qu'il a rencontré des accidents semblables à ceux que nous venons de signaler, car il n'est pas possible que ces deux espèces de taches aient la même signification, comme le voudrait Cohnheim. Nous concluons donc que la production des prétendues lacunes épithéliales est le résultat d'accidents de surface ou de modalités opératoires.

Signalons encore qu'il est très-difficile d'obtenir des résultats satisfaisants en procédant par injection directe de nitrate d'argent, surtout au degré de solution indiqué par l'auteur allemand : il arrive, en effet, presque toujours que les opérations préliminaires à l'observation microscopique, telles que la dissection des vaisseaux, leur incision, leur étalement sur des plaques et leur lavage à l'eau distillée prennent un temps si long que lorsque l'on commence à observer l'on ne voit pour ainsi dire plus que la coloration brune uniforme sur laquelle insiste tant et avec raison, d'après nous, le docteur Robinski, dans ses remarquables recherches sur l'épithélium et sur les vaisseaux lymphatiques capillaires publiées dans le 4e numéro, 1869, des *Archives de physiologie normale et pathologique*.

Sur une trentaine d'injections que nous avons pratiquées tant sur des grenouilles que sur des souris, et en prenant toutes nos mesures pour perdre le moins de temps possible, nous n'avons guère obtenu que deux fois des préparations microscopiques passables. Nous avons renoncé, pour ces différents motifs, à cette manière d'opérer et nous avons essayé la méthode suivante : nous disséquons d'abord une certaine étendue d'une veine et de ses ramifications chez la grenouille ou chez la souris ; nous incisons ensuite le vaisseau, nous l'étalons sur une plaque de verre et avec une aiguille en fer de lance très-tranchante nous enlevons le plus possible la tunique externe. On arrive de la sorte à avoir des membranes suffisamment minces pour être très-transparentes à

des grossissements de 150 à 200 diamètres. Nous imbibons alors la préparation d'une solution de nitrate d'argent et nous portons la plaque sous le microscope : les réseaux épithéliaux ne tardent pas à apparaître, mais ils se foncent très-vite et très-irrégulièrement, de telle sorte qu'on a sous les yeux des espaces circonscrits par des lignes noires de nuances très-diverses. Au bout d'une demi-heure, quelquefois déjà de vingt minutes, les espaces les moins foncés paraissent presque blancs sur le fond brun foncé. Ces espaces clairs ne sont pas des lacunes, mais simplement des parties moins colorées que les territoires voisins; bref, nous croyons qu'il arrive ici ce que nous voyons se produire sur les papiers photographiques. Si l'on prend un papier dont se servent les photographes pour la reproduction des images, on verra, à l'exposition à la lumière ce papier bleuir d'abord en différents endroits, tandis que d'autres parties noircissent et que d'autres enfin restent blanches et simulent des lacunes. Ces particularités du papier photographique s'apprécieront encore bien mieux si l'on fait avec le rasoir des coupes fines et parallèles à la surface noircie, et qu'on les examine au microscope à de faibles grossissements. Les différentes nuances, mêlées les unes aux autres, forment alors de véritables mosaïques. Certes ici il ne peut pas être question de lacunes ; on doit accuser comme unique cause de la variabilité des couleurs les accidents de surface, d'imprégnation, d'exposition à la lumière, etc.

Il peut encore être beaucoup moins question de lacunes quand on traite du blanc d'œuf ou du collodion par le nitrate d'argent ; on obtient cependant, en ces circonstances, des précipités de poussière d'argent sous des formes ressemblant tellement à des réseaux épithéliaux avec ou sans lacunes qu'on ne peut plus avoir la moindre confiance dans les effets du nitrate d'argent sur la tunique interne des vaisseaux.

Je suis loin de vouloir rejeter d'une manière absolue le nitrate d'argent comme moyen de préparation des épithéliums, je veux simplement ne pas accorder une valeur exagérée à ce que je considère comme de simples accidents d'opération. Je suis, sous ce rapport, en parfaite communauté d'idées avec M. Robinski, dont j'ai déjà cité la savante étude critique et expérimentale.

§ 13. — **Procédés suivis dans l'étude des canalicules des parois vasculaires.**

Pour étudier les canalicules du tissu connectif des parois vasculaires, nous avons procédé de la manière suivante : Nous disséquons un vaisseau (artère ou veine) aussi fin que possible, nous l'incisons et nous le laissons sécher. Quand il est suffisamment dur pour permettre des coupes au rasoir, nous commençons l'étude en faisant des tranches aussi minces que possible dans différents sens, c'est-à-dire que nous faisons des coupes horizontales, verticales et obliques. Les tranches de même espèce sont ensuite placées dans un verre de montre rempli d'eau distillée. Quand elles sont suffisamment ramollies, nous les traitons, au fur et à mesure que nous les voulons placer sous le microscope, par une faible solution de nitrate d'argent. Quelle que soit l'espèce de coupes que l'on examine ainsi, l'on voit toujours la reproduction des mêmes lignes noires de nitrate d'argent, c'est-à-dire que dans toutes les préparations, l'on aperçoit des taches noires ou brunes et des lignes blanches séparées les unes des autres par d'autres lignes plus ou moins foncées en couleur. Ces lignes sont loin d'être régulières, elles sont en zigzag et simulent par leur ensemble des cannelures. Les reliefs paraissent plus foncés que les creux ou *vice versa.*

Doit-on conclure de ces dispositions à la présence de canaux? Nous ne le croyons pas, et cela pour différentes raisons :

1° S'il y avait réellement des canaux, nous n'aurions certes pas les mêmes figures pour les coupes en différents sens ;

2° Les dessins ainsi obtenus ressemblent trop aux préparations microscopiques faites avec le papier photographique noirci par le soleil. Ici aussi nous obtenons des espèces de canaux clairs limités par des bandes noires. Cette disposition est tout simplement le résultat de la précipitation de la poussière d'argent sur certaines fibres végétales plutôt que sur d'autres. La même chose se passe probablement dans nos coupes, où l'argent se dépose soit plutôt sur les reliefs, soit plutôt sur les creux;

3° Le mélange d'albumine du blanc d'œuf et de solution de nitrate d'argent ne donne pas de précipité régulier : les lignes noires

se disposent presque toujours de manière à simuler, par suite de l'interposition d'albumine granuleuse, des fibres de toute espèce : musculaires, nerveuses, canaux du rein, etc.;

4° Avec le collodion on obtient également des figures résultant du dépôt de nitrate d'argent, ressemblant soit à des canaux, soit même à des corpuscules osseux.

De par ces faits d'observation directe, nous nous croyons autorisé à mettre sur le compte des accidents de surface, de la nature des milieux, du plus ou moins d'action de la lumière, les bizarreries de la précipitation du nitrate d'argent, et nous croyons que, pour démontrer les canalicules intra-pariétaux des tuniques vasculaires, il faudra chercher un autre agent de préparation. Il nous semble que la preuve de l'existence de canaux creusés dans le tissu connectif et communiquant directement avec le système lymphatique est loin d'être établie, et que nous sommes jusqu'à présent parfaitement dans notre droit en la rejetant.

§ 14. — **Conclusions.**

Toutes les expériences et les différentes recherches que nous venons de rapporter aussi succinctement que possible nous autorisent, croyons-nous, à rejeter le passage des globules blancs ou rouges du sang à travers les parois vasculaires. Nous sommes arrivés à des conclusions tout autres que celles de Cohnheim.

Il est toutefois un point sur lequel nous sommes à peu près du même avis que l'observateur de Berlin : nous voulons parler du peu de modifications que nous avons vues survenir dans les éléments cellulaires du tissu connectif péritonéal. Si nous n'avons pas vu de globules sortir des vaisseaux, nous n'avons pas vu davantage les éléments extravasculaires comparables aux leucocytes, se former dans des éléments préexistants, soit par division directe de ceux-ci, soit par prolifération de leurs noyaux. Il est évident que, voyant apparaître des éléments en dehors des vaisseaux, nous aurions dû, d'après la théorie cellulaire de Virchow, les voir se développer par segmentation de cellules préformées ou par germination nucléaire. Voyant les noyaux, nous aurions dû pouvoir

assister aux modifications cellulaires qui leur donnent naissance. Pas plus que Cohnheim, nous n'avons pu saisir de transformations dans les éléments connectifs.

Il ne nous resterait donc pour expliquer leur apparition que la génération spontanée. Avant de l'admettre, nous devons terminer quelques expériences que nous rapporterons prochainement dans notre étude sur l'inflammation de la cornée et des cartilages.

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES

SUR L'APPROPRIATION DES PARTIES ORGANIQUES

A L'ACCOMPLISSEMENT D'ACTIONS DÉTERMINÉES

Par M. Ch. ROBIN
Membre de l'Institut.

(Suite.)

§ 4. — Sur les données physiologiques qui démontrent que le germe n'est pas le tout en puissance.

Des diverses hypothèses émises sur la manière dont les parties se disposent en un tout dans chaque organisme à l'accomplissement d'actions déterminées, la première qui doive être examinée est certainement celle d'après laquelle le germe contiendrait *le tout en puissance*.

Qui dit le germe indique le *vitellus*, la membrane qui l'enveloppe ne prenant aucune part à la formation du nouvel être. Qui dit le vitellus désigne aussi la partie qui lui correspond dans le sac embryonnaire des plantes phanérogames et dans les diverses variétés de spores cryptogames. L'individualisation de ce vitellus en éléments anatomiques figurés ou cellules, amenant la production successive d'autres éléments qui conduit à la constitution du tout, s'accomplissant de la même manière dans tous les animaux mammifères, etc., qui dit l'un de ces êtres dit l'homme à titre semblable (voy. dans ce recueil, année 1864, p. 361 et suivantes).

Examinons ce que vaut, devant les données de l'embryogénie, l'hypothèse d'après laquelle on admet, avec Ch. Bonnet, que l'ovule renferme déjà l'organisme, sinon en fait, au moins en puissance; que le vitellus de celui de la femme, par exemple, est déjà un organisme vivant et humain, un composé de matières et de mouvements physico-chimiques élevés à la dignité d'homme ; qu'il ait été organisé dans un but prédéterminé, pour une fin, savoir pour vivre, se développer, penser et vouloir ; qu'il n'est pas un

début ; qu'il possède déjà réellement l'empreinte originelle de l'espèce, de la forme du corps humain avec la faculté de penser et de vouloir librement.

Ces formules sont d'autant plus importantes à rappeler qu'elles sont adoptées et reproduites par beaucoup de médecins restés involontairement ou systématiquement étrangers aux connaissances biologiques proprement dites. Elles expriment de la manière la plus nette à quel point l'embryogénie est encore embarrassée par des restes de la doctrine des causes finales qui a si longtemps entravé les progrès des autres divisions de la physiologie. Mais elles ne tiennent pas un instant contre le principe des conditions d'existence, c'est-à-dire devant l'examen du mode d'accomplissement des phénomènes évolutifs. Quant aux ovules, ils naissent dans les plantes et dans les animaux d'une manière analogue à ce que présentent plusieurs des espèces d'éléments anatomiques qui ont forme de cellule, les épithéliums exceptés. Chez les vertébrés en particulier, et l'homme ici ne fait aucune exception, ils naissent peu après l'apparition des ovaires eux-mêmes, comme le font dans les autres organes les éléments anatomiques caractéristiques et fondamentaux de leur tissu. Il s'en produit infiniment plus qu'il ne s'en détache de l'ovaire pendant la durée de la vie ; beaucoup, pendant le cours de l'existence, tombent et se détruisent faute d'avoir rencontré dans leur migration naturelle les conditions voulues pour la fécondation, ou même, après les avoir rencontrées, par suite d'accidents les plus divers ; chez tous ceux de ces êtres qui meurent de vieillesse, on voit les ovules nombreux qui n'ont pas participé à cette évolution et qui restent dans l'ovaire, s'atrophier jusqu'à disparition complète, au même titre que d'autres éléments de l'ovaire, en bien plus grand nombre chez divers êtres qu'il ne s'en est détaché et surtout qu'il ne s'en est trouvé de fécondés. Sous ces divers rapports, plus encore chez l'homme que sur les autres êtres, les ovules ne se comportent pas autrement que ne le font les épithéliums qui les accompagnent ou ceux de la plupart des muqueuses. Ils ne jouissent à ces divers égards d'aucune faveur spéciale devant les conduire plus sûrement que les autres à une fin déterminée, et ils sont soumis à toutes les

chances de destruction que présentent la plupart des éléments comme à toutes les conditions habituelles d'existence de ceux-ci. Jusque-là il est manifestement impossible de leur reconnaître en puissance quoi que ce soit qui les distingue des autres, en dehors de leur structure, de leurs réactions, de la lenteur ou de la rapidité de leur développement dans telle ou telle condition de circulation, etc...

L'ovule, dans ces conditions, n'a d'autre puissance que la possibilité d'arriver à maturité si nul accident ne vient entraver son évolution. La maturité de l'ovule est caractérisée par la disparition spontanée de son noyau alors devenu vésiculeux, et dit vésicule germinative, accompagnée de changements moléculaires appréciables, très-évidents chez certains animaux, tels que les poissons. Alors, seulement, il est devenu apte à être fécondé ; tant que cette vésicule persiste, le contact des spermatozoïdes reste inefficace, l'imprégnation du vitellus par eux, qui caractérise la fécondation, n'a pas lieu, et alors nul des phénomènes consécutifs à sa disparition et à la pénétration des spermatozoïdes ne survient.

Si, au contraire, l'ovule est arrivé à maturité et que la fécondation n'ait pas lieu, il a néanmoins acquis la faculté de présenter quelques-uns des phénomènes qui précèdent la segmentation du vitellus. Dans l'ovule de quelques animaux, paraît-il, celle-ci peut en effet commencer, mais sans aller au delà de la division de celui-là en deux ou en quatre globes vitellins et sans jamais atteindre jusqu'à son individualisation successive en cellules blastodermiques ou embryonnaires.

Si la fécondation a eu lieu, le vitellus a, par ce fait, acquis la propriété de présenter une succession de changements moléculaires intimes et rien de plus. Ils consistent, en particulier, en une série de modifications dans le nombre, le volume, la forme et le mode de groupement de certains des granules graisseux ou autres, qui prennent part à la constitution du vitellus. On peut dire qu'elles sont saisissables et faciles à suivre sur tous les animaux, car on les observe aussi nettement sur les mammifères et les autres vertébrés que sur les mollusques et les annélides. Pen-

dant leur durée, qui est de plusieurs heures, on peut les faire cesser par une pression plus ou moins forte ou par d'autres actions physiques qui ne changent rien d'autre part à la constitution du vitellus. Or, quand on les suspend ainsi trop longtemps, on les fait cesser complétement, toute puissance pour des phénomènes évolutifs ultérieurs est perdue pour l'ovule.

Si, au contraire, on laisse ces phénomènes s'accomplir naturellement,et quand ils sont achevés, les conditions dans lesquelles se trouve le vitellus comparativement à ce qu'il était sont changées, ce que révèlent sur beaucoup d'espèces les dispositions nouvelles que présentent dans son intérieur les granulations et les gouttes d'huile qui concourent à le constituer. Il est devenu apte à la production des *globules polaires* et du *noyau vitellin* central dont l'apparition précède immédiatement la segmentation. Or, ici encore, que l'on vienne à entraver ou à empêcher expérimentalement en quelque point le développement de ces parties et l'on verra ne pas avoir lieu la segmentation du vitellus dont l'accomplissement régulier conduit à la formation du blastoderme ; ou bien on la verra cesser avant son achèvement ou ne donner lieu qu'à la production de globes vitellins plus ou moins irrégulièrement entassés, ne se juxtaposant pas en membrane cellulaire et marquer la fin d'une évolution ainsi interrompue. (Voy. Ch. Robin, sur les *Globules polaires de l'ovule*, *Journal de la physiologie*, 1862, in-8°, p. 151, et sur la *Production du noyau vitellin*, *ibid.*, 1862, p. 311.)

Si encore une fois, après la fécondation, ces globules et le noyau vitellin se sont formés normalement, le vitellus se trouve ainsi placé dans des conditions anatomiques et physiologiques nouvelles qui sont celles du fractionnement régulier du vitellus, amenant son individualisation en cellules blastodermiques et le groupement de celles-ci en membranes ou couches de ce nom. (Voy. Ch. Robin, sur la *Naissance de la substance organisée*, année 1864 de ce Recueil, p. 361.) Or, le vitellus n'a cette puissance qu'à la seule condition de l'accomplissement régulier des phénomènes évolutifs antécédents et bien que la membrane vitelline ne serve en aucune manière à la génération de l'embryon, bien que dans

certaines espèces animales le vitellus en sorte avant de se diviser graduellement, sa rupture dans les autres espèces suffit pour enlever à ce dernier le pouvoir qu'il avait acquis, c'est-à-dire pour causer le ralentissement, l'irrégularité et bientôt la cessation de la segmentation commencée.

Or, quelle que soit l'entrave qui empêche l'achèvement complet de la segmentation du blastoderme, elle enlève aussi toute possibilité à la formation du blastoderme ou au moins, suivant les espèces animales, à la formation de celle de ses portions dite tache ou bourrelet embryonnaire dont dérivent médiatement ou immédiatement les organes définitifs du nouvel être. Il met ainsi obstacle à la formation du nouvel être lui-même. Toute déviation accidentelle de l'achèvement régulier de ce blastoderme par des troubles chimiques, physiques ou mécaniques apportés à la scission vitelline, etc., entraîne l'apparition d'un blastoderme anormal simple ou divisé plus ou moins profondément sur une ou sur ses deux extrémités. Elle cause par suite ainsi le développement de monstres simples ou doubles pouvant aller parfois jusqu'à la duplicité presque complète et même complète pouvant donner deux jumeaux à l'aide d'un seul vitellus (1), alors que dans tous les cas on peut constater que ce blastoderme dérive d'un œuf simple à vitellus et à vésicule germinative uniques. Ce n'est plus alors un seul individu que le germe aurait représenté en puissance, mais deux ou un, plus une moitié ou un quart soit de la partie antérieure soit de la partie postérieure d'un autre individu; et, on le sait, ces monstruosités se produisent aussi bien et au moins aussi souvent chez l'homme que sur les autres vertébrés, les poissons exceptés; car, en raison des circonstances artificielles exigées pour l'étude expérimentale de la fécondation de leurs œufs et de leur accroissement consécutif, les cas tératologiques y sont bien plus nombreux que sur les autres animaux. Ce fait est d'autant plus important que l'on ne saurait ici faire intervenir l'influence de l'hérédité, comme on le voit faire chez l'homme où l'on voit certaines monstruosités se transmettre hé-

(1) Voy. Bruch, *Gazette médicale.* Paris, 1869, p. 337.

réditairement comme toute autre particularité de l'organisation des générateurs. Jamais, en effet, en dehors des sociétés humaines déjà fort avancées, on ne voit un animal monstrueux se développer jusqu'à l'âge de la reproduction, les conditions anormales dans lesquelles il se trouve le mettant dans l'impossibilité d'éviter longtemps la voracité des carnivores.

Mais reprenons l'examen des données qui concernent la portion embryogène du blastoderme. Nous verrons qu'elle-même ne contient rien en puissance au delà des conditions nécessaires à la génération des premiers organes embryonnaires; telles sont les lames dorsales ou ventrales formées d'abord par les cellules blastodermiques de la tache embryogène, auxquelles succède le tissu embryo-plastique, la notocorde, puis les deux moitiés de l'axe nerveux central, les corps vertébraux cartilagineux, les yeux et les vésicules auditives, le cœur, puis les conduits vasculaires qui le prolongent, etc., etc. Or, chacun de ces organes devient, en apparaissant, la condition nécessaire pour la génération de l'autre; de telle sorte que si quelque circonstance dérange ou fait cesser la production et le développement du premier, le second ne se montre pas.

Mais par contre, le blastoderme présente des conditions qui sont d'une manière tellement immédiate celles qu'exige l'apparition du premier de ces organes et celui-ci en fait autant pour la production du deuxième d'une manière tellement inévitable, et ainsi des autres, que chacun des lobes du blastoderme anormalement divisé donne naissance aux organes céphaliques ou aux organes de l'arrière du corps qui lui correspondent, dans le même ordre que dans les circonstances où l'évolution se fait régulièrement. On voit par là du même coup la raison pour laquelle il faut que les circonstances accidentelles qui entraînent la production des grandes monstruosités interviennent dès l'origine des phases de l'évolution pour qu'elles soient suivies d'effet, autrement les conditions d'existence de l'être sont suffisamment assurées de sa part par le développement pour qu'il résiste ; ou si elles agissent sur l'organe en particulier et lors de son apparition l'anomalie reste limitée à cet organe ou à la fois à lui et à ceux dont son ap-

parition est la condition de formation et d'existence, sans que l'évolution des autres parties soit sensiblement modifiée.

C'est de la sorte que se produisent originellement, par division et non par soudure les monstruosités doubles, partielles ou plus ou moins complètes, avec développement égal ou non des deux moitiés.

C'est là ce qu'ont montré les observations embryogéniques souvent répétées par Coste, Valentin, Lereboullet et autres savants, observations qui constamment sont venues contredire les hypothèses émises avant la constatation de ces faits.

Ainsi dès que dans la réunion des cellules qui dérivent directement du vitellus pur, scission et individualisation de sa substance en éléments anatomiques figurés, on voit celles-là se grouper de manière à donner plus de deux lobes à la tache ou bourrelet embryogène, on voit celui ou ceux de ces lobes qui sont anormaux être si fatalement le point de départ de la production d'organes semblables à ceux du lobe normal soit antérieur, soit postérieur auquel il est accidentellement surajouté, qu'en se plaçant au point de vue de la doctrine des causes finales, il faudrait admettre que le germe contient en puissance aussi rigoureusement le monstre que l'être le plus parfait.

Ajoutons que cette puissance est si faible qu'on peut voir des organes entiers ou même toute une portion du tronc, comme la tête, soit seule, soit avec l'arrière du corps en même temps, par exemple, se dissocier, élément par élément, après s'être formées; le reste de l'organisme n'en continue pas moins à se développer et produit ainsi des monstres hémiacéphales, acéphaliens ou anidiens. Cette destruction du corps de l'embryon peut même être complète sur les mammifères et l'enveloppe choriale dérivée de la portion non embryogène du blastoderme continue néanmoins son évolution, sous la forme anormale dite de môle hydatiforme.

Lorsque quelque circonstance de ce genre entraîne ainsi la disparition de tel ou tel organe nouvellement apparu, dont pourtant l'absence est compatible avec la persistance de la vie, mais de la vie intra-utérine seulement, cette absence faisant évanouir les conditions nécessaires à la génération habituelle de l'organe qui

normalement apparaît aussitôt après que le précédent est arrivé à un certain degré de développement, celui-là ne se montre pas, non plus que tous ceux dont son apparition amenait l'épigenèse successive. C'est ainsi que chez les monstres péracéphaliens quand manquent les poumons et le cœur on voit manquer le foie et les organes internes de la génération.

Du reste, pour éviter de donner lieu ici à aucune équivoque, il importe de signaler encore des faits qui, bien que nous détournant encore une fois pour quelques instants de l'ordre d'idées suivi dans ce paragraphe, sont pourtant liés aux précédents. Les conditions d'existence des êtres, durant ces périodes de leur existence, sont en effet circonscrites entre des limites si étroites, tant de la part de l'individu ovulaire que de celle du milieu dans lequel il peut être placé, que dès que ces influences perturbatrices dépassent soit en intensité, soit quant à leur durée les limites précédentes, l'organisme, au lieu de se modifier seulement, cesse de se nourrir et de se développer, ou en d'autres termes, il est nécessairement tué et détruit.

Aussi remarque-t-on que jamais, durant la vie individuelle, soit intra-ovulaire, soit indépendante, l'organisme non plus que l'une quelconque des espèces de ses éléments anatomiques ne se trouvent soumis à des influences perturbatrices assez longtemps pour qu'ils arrivent à prendre les caractères que possèdent l'économie ou les éléments anatomiques des individus d'une autre espèce animale ou végétale. Ils ne le sont ni durant leur évolution primitive, ni ultérieurement, après avoir possédé pendant un certain temps leurs attributs habituels, quelque longue que soit leur vie et nombreuses les variétés de configurations et de dimensions qu'ils peuvent présenter, selon la nature des conditions diverses normales ou accidentelles qu'ils peuvent successivement traverser. Chacune des parties élémentaires dont l'assemblage constitue l'organisme, offre une composition immédiate telle que ses composants sont assez nettement définis chimiquement parlant et quant à leurs proportions d'un être à l'autre pour que sous les influences anormales, soit naturelles ou tératologiques, soit accidentelles ou morbides qu'ils peuvent subir, les variations qu'é-

prouve alors l'organisation ne conduisent jamais ces parties ni le tout à posséder des attributs superposables à ceux d'une espèce différente. Ces influences perturbatrices peuvent mener le corps organisé à différer de l'état qu'il offre le plus habituellement ou qu'il a offert d'abord normalement autant qu'il diffère des corps d'une autre espèce, mais nullement à se confondre avec l'une quelconque de celles-ci. L'association de ces principes est d'autre part assez peu stable pour que les influences précédentes entraînent la mort et la destruction du tout ou de telle de ses parties dès qu'elles dépassent certaines limites.

En d'autres termes, à compter du point de départ, la permanence des caractères dits spécifiques du tout comme de ses parties résulte inévitablement de ce que, à compter du point de départ de chaque individu organique représenté par le début de l'apparition de l'ovule, les conditions individuelles ou intrinsèques de son existence et les conditions de milieu ou extrinsèques sont en tel nombre et chacune d'une stabilité si délicate que l'être n'évolue et ne marche qu'entre les monstruosités et la mort et nullement vers la transmutation *de specie in speciem*, qui exigerait au moins un certain degré de fixité tel que celui qui permet de soumettre le soufre, le phosphore, ou l'oxygène aux influences qui les amènent à prendre les divers états, dits de dimorphisme, sous lesquels on les connaît.

Tous ces faits sont aujourd'hui nettement démontrés par expérience et par l'observation embryonnaire des œufs des plantes et des animaux en ce qui touche les monstruosités par l'observation du développement des œufs d'oiseaux et des poissons surtout. Ils font voir, entre autres choses, combien est grossièrement erronée et loin des données de la science, l'hypothèse de ceux qui soutiennent qu'il ne faut pas moins de façon ni de force pour faire un germe que pour faire un fœtus et un homme.

Aussi, à ce point de vue, loin de dire avec Charles Bonnet que *le germe porte l'empreinte originelle de l'espèce et non celle de l'individualité ; qu'il est en très-petit un cheval, un homme, un taureau, etc., mais non un certain cheval, un certain homme* et ainsi des autres, il faut reconnaître avec les embryogénistes et les

zoologistes comme le fait Agassiz « qu'un germe ou un certain nombre de germes, ovariens ou bourgeon est tout d'abord individualité. Il est formé et rendu distinct (en tant qu'individu) du corps de son parent, avant d'avoir assumé soit le caractère de son embranchement, soit ceux de sa classe, de son ordre, de sa famille, de son genre, de son espèce. . . . . «En tant qu'œuf dans leur condition primitive, tous les animaux se ressemblent. Mais aussitôt que l'embryon commence à montrer quelques traits caractéristiques, ceux-ci présentent des particularités telles que le type peut se distinguer ». (Agassiz, *De l'espèce*, Paris, 1867, in-8°, p. 277-278.) « Au fur et à mesure des progrès de la structure, la forme générale s'ébauche peu à peu et elle a déjà acquis quelques-uns des traits qui la distinguent bien avant que toutes les complications de la structure qui caractérisent l'ordre soient devenues visibles, et comme la forme caractérise essentiellement les familles, on voit de suite pourquoi le type de la famille est nettement marqué chez un animal avant que les caractères de l'ordre soient développés. Les caractères sont spécifiques eux-mêmes (au moins ceux qui dépendent de la proportion des parties, ont pour cela une influence modificatrice sur la forme), peuvent être reconnus bien longtemps avant que les caractères de l'ordre aient acquis leur pleine expression. » (Agassiz, *ibid.*, p. 279-280.)

Disons maintenant, pour revenir plus directement à notre sujet, que des diverses circonstances expérimentales dans lesquelles ces œufs peuvent être placés sans être tués avant l'éclosion, on ne peut encore bien séparer celles qui causent le plus de monstruosités de celles qui en causent moins, ni celles qui amènent telle de ces anomalies de telle autre. Mais on sait que le nombre des monstruosités est d'autant plus grand, relativement aux œufs qui ont donné des individus nouveaux, que ces germes ont été fournis à des conditions de développement plus éloignées de celles dans lesquelles ils se trouvent naturellement.

Chez les truites, les saumons, les brochets, etc., on ne connait pas encore dans quelle proportion meurent les œufs depuis le moment de la ponte jusqu'au moment de l'éclosion dans les condi-

tions naturelles, ni combien il se développe d'individus monstrueux dans ces mêmes circonstances. Mais il résulte des nombreuses expériences de Lereboullet que chez le brochet il meurt de 70 à 80 pour 100 des œufs fécondés artificiellement et élevés dans un laboratoire pour y servir aux études embryogéniques. Il en résulte d'autre part que sur 100 œufs qui éclosent, le nombre des monstres qui en sortent vivants varie de 2 à 5. (Voy. Valentin, *Sur le développement des monstres doubles. Comptes rendus et mémoires de la Société de Biologie*, Paris, 1852, in-f°, p, 99, analyse par Hiffelsheim.—Coste, *Sur l'origine des monstruosités doubles. Comptes rendus des S. de l'Ac. des Sciences*, *Paris*, 1855, t. XL., p. 868-931, etc. — De Quatrefages, *ibid.* — Lereboullet, *Recherches sur les monstruosités doubles des poissons*, *ibid.*, 1855, t. L, 854-916, etc., et 1861, t. LIII, p. 957 et 1862, t. LIV, p. 761; et *Annales des sciences naturelles. Zoologie*, 1862.)

On sait de plus que l'homme civilisé ne fait en aucune manière exception sous ce rapport à ce qui se voit sur les animaux sauvages et les plantes. Loin d'être traité autrement ou moins mal à cet égard que la plupart des autres êtres, c'est le contraire qui a lieu, les conditions spéciales les plus favorables au développement de l'intelligence et de l'activité humaines ne l'étant pas à celui de l'évolution fœtale. C'est ainsi que sur trois mille naissances il faut déduire au moins cent mort-nés dans les départements français et à Paris, et sur ces cent mort-nés on compte environ un monstre non viable. Ici même, il n'est pas question des anomalies entraînant le crétinisme, l'idiotie, la surdi-mutité, ni de l'hydrocéphalie, du spina-bifida, de l'exstrophie de la vessie, des imperforations ou de l'absence du rectum, des anomalies du cœur, des organes génitaux ou autres encore qui empêchent de vivre longtemps ou mettent le plus souvent absolument obstacle au développement intellectuel et moral. Or, le nombre en est assez considérable pour que ne soient point libres d'en faire abstraction à leur bon plaisir, non plus que des autres monstruosités, ceux qui dans leur exaltation métaphysique disent textuellement que l'homme est une émanation du Créateur par l'intermédiaire d'un

germe qui, en puissance est déjà l'embryon et le reste, dans lequel est déjà l'homme; germe qui a déjà une âme formatrice, etc., disposant de la matière et des mouvements pour les construire en fœtus, enfant et homme dans la forme de l'être auquel elle appartient et avec qui elle reste dans la plus substantielle intimité; et ils résument de la manière la plus nette l'opinion commune à cet égard en disant qu'il est ainsi jusqu'à ce que ce quelque chose d'animant se sépare du germe, de l'embryon, de l'homme vivants pour les laisser morts.

Telle est l'influence de l'absence des notions positives acquises par l'observation directe et l'expérience en ce qui touche les faits dont il s'agit de donner l'interprétation, que tous les médecins même qui ont cru pouvoir s'exempter de recourir à ces données-là, reproduisent et défendent ces vues purement subjectives, quelque contradictoires qu'elles soient avec la réalité. Il n'est donc pas inutile de montrer que l'état actuel de la biologie est tel que les assertions des premiers sont parfaitement équivalentes à celles des seconds, que les unes n'ont pas plus de valeur que les autres et que quelle que soit la source dont elles viennent, nulles de ces hypothèses n'ont autorité pour prêter appui aux autres.

Nous voyons en somme pour tout ce qui touche aux phénomènes biologiques indiqués plus haut, que toutes les hypothèses émises pour les expliquer avant qu'ils aient été analysés restent en contradiction avec la réalité. L'observation et les expériences démontrent au contraire que l'ovule ou germe se développe comme tout autre élément anatomique, qu'arrivé à l'état de complète évolution dite de maturité, il ne renferme en aucune manière l'embryon, l'enfant ou l'homme en puissance et qu'il ne possède rien autre chose que l'aptitude à être fécondé. Une fois fécondé, le germe de l'homme ne possède aucune puissance qui ne se retrouve, non pas identique, mais à titre égal, dans l'ovule des autres organismes animaux et végétaux, savoir celle d'amener par segmentation progressive ici, par gemmation ailleurs, la substance de son vitellus à l'état d'éléments anatomiques figurés ayant forme de cellules disposées en membranes, en amas blastodermique; et d'un ovule à l'autre cette puissance est, non

pas identique, mais équivalente, car sur un fond commun de la constitution ovulaire, on constate des différences spécifiques relatives tant à la structure propre qu'à la composition immédiate qui se retrouvent aussi d'une espèce à l'autre dans chacun des éléments anatomiques résultant de la segmentation du vitellus et dans tous ceux dont la génération des premiers détermine successivement l'apparition; différences qu'on retrouve par conséquent dans l'ensemble des parties complexes et dans le tout que forment ces éléments. Aussi, ne faut-il pas une très-grande habitude pour distinguer les cellules blastodermiques ou tout autre élément anatomique de l'homme de ceux d'un chien et ceux de ce dernier de leurs homologues du lapin et ainsi des autres.

Toutefois encore ces différences spécifiques ne sont pas telles, que des organes d'une espèce animale ne puissent être transportés et greffés sur les tissus d'une autre espèce, et continuer à s'y nourrir et à s'y développer en empruntant et substituant à cette dernière les principes immédiats nécessaires à leur rénovation moléculaire. Ces différences encore ne sont pas si grandes, qu'on ne puisse voir des éléments anatomiques d'un animal, comme les globules rouges et blancs du sang transportés dans les vaisseaux d'un de ces êtres de genre différent, y vivre, et remplir dans l'économie de ce dernier le rôle spécial et propre à ces éléments qu'au même titre y remplissent les siens. Sans parler des cas dans lesquels des animaux, y compris l'homme, mis dans l'état de mort apparente par la perte de leur sang, ont été ranimés et conservés à la vie par la transfusion du sang d'un être de même espèce, quel qu'en fût le sexe, on sait que du sang d'agneau et du sang de veau ont été injectés dans les veines d'homme qui ont survécu; qu'il en a été de même dans les cas de transfusion du sang d'homme au chien, de celui de la brebis et du veau au chien, du veau à la brebis et au chamois, de celui du chien, du lapin et du cabiai à la poule et au coq; animaux chez lesquels on retrouve les globules du sang des mammifères intacts plus d'un mois après leur injection (Brown-Séquard, etc.). Aussi n'est-ce en réalité qu'en faisant abstraction des données de l'observation et de l'expérience biologiques que les métaphysiciens peuvent soutenir avec

quelque apparence de raison que même en ce qui touche les éléments anatomiques doués seulement des propriétés de la vie végétative chacun n'est absolument formé et actif que suivant la nature spécifique de l'individu total; ou encore radicalement subordonné au principe d'unité qui relie, coordonne, *anime* et vivifie ces rudiments en un tout organique individuel, *tant végétal qu'animal*, mâle ou femelle, etc.

C'est à autre chose qu'à ce principe fictif d'unité qu'il faut remonter pour se rendre compte d'une manière positive, et non illusoire, de tous ces phénomènes non moins que de ceux dont il a déjà été question plus haut et dont il va être encore parlé. Les uns et les autres, ainsi que ceux qui touchent à la fécondation et aux faits d'hérédité, montrent combien s'imposent à l'esprit d'une part, ce qu'il y a de moléculaire dans ce qui caractérise l'état d'organisation et les actes correspondant à chacun de ses degrés, et d'autre part, dans les rapports réciproques des parties organisées avec un milieu ambiant et compatible avec leur existence matérielle.

Telle est en effet la subordination de la totalité des phénomènes embryogéniques observés à la composition et à l'association moléculaires de la substance du vitellus et des spermatozoïdes fécondateurs, telle est l'influence de l'état antérieur par lequel ont passé leurs principes immédiats constitutifs, que tout change dans les différences spécifiques antécédemment indiquées, depuis celles des éléments, jusqu'à celles surtout de l'ensemble individuel, dès l'instant où l'ovule d'une plante est atteint par le grain de pollen d'une autre espèce, ou dès que quelques spermatozoïdes d'un bouc vont s'unir au vitellus d'une brebis à la place de ceux d'un bélier, ou ceux d'un nègre à celui d'une femme blanche. Aussi doit-on dire sans aucune exagération que c'est à ce qui concerne cette constitution immédiate des deux ordres de parties élémentaires qui interviennent dans la formation d'un germe, qu'il faut attribuer ce que les spiritualistes font exécuter à leur *principe d'activité formatrice* ou *âme ;* et ils procèdent ainsi afin d'éviter de tenir compte de tout ce que ce sujet offre de difficile pour tout soumettre à une idée simple et véritablement facile à

saisir, mais en opposition formelle avec la réalité. C'est jusque-là qu'il faut remonter pour saisir la nature des conditions successives qui entraînent les différences de forme, de structure et de toutes les autres qualités de l'économie comme de ses parties, non-seulement d'une espèce à l'autre mais aussi dans une même espèce, toutes les fois que varient dans des limites compatibles avec l'existence de l'individu, le milieu dans lequel il se trouve à compter de l'apparition première de l'ovule. Or, chez l'homme comme sur les autres animaux, toute circonstance accidentelle survenant pendant l'accomplissement de ces phénomènes, entraîne ou bien leur cessation et celle de tous les autres qui les suivent dans les conditions normales, ou encore leur simple déviation avec production de tels ou tels états tératologiques au lieu et place des formations habituelles ; et la production de ces monstruosités ne suit pas chez l'homme des lois autres que celles qu'on observe dans les espèces différentes. Le blastoderme, développé régulièrement ou non, ne contient donc rien autre chose, en puissance comme en fait, que les conditions nécessaires pour qu'ait lieu d'abord la génération de la notocorde sur les vertébrés, du tube digestif chez les invertébrés, et ainsi des autres.

La génération de tel ou tel de ces organes une fois accomplie, les conditions dans lesquelles était le germe se trouvent changées, sa puissance est modifiée, elle est accrue ; de telle sorte que l'accomplissement de l'un apporte les conditions indispensables à l'effectuation du suivant ; et quelque trouble comme quelque progrès que ce soit survenant dans l'accomplissement du premier, ils en entraînent de corrélatifs dans le second.

En tous cas, dès que l'on se place en présence des faits, on voit s'évanouir la prétendue validité de toutes les vues subjectives sur l'unité et la rigueur dans ses effets, d'un principe d'activité formatrice de quelque nature qu'on le suppose, venant façonner d'une manière parfaite et absolument invariable dès l'origine du germe d'un être, la structure et la forme spécifiques de ses parties pour en faire un organisme complet. Toutes ces vues demeurent incompréhensibles et vaines en présence des nombreuses variétés produites par l'intervention matérielle des sper-

matozoïdes de tel ou tel mâle dans la substance vitelline de l'ovule de telle ou telle femelle lors de son arrivée à maturité. Rien n'est plus frappant que ces données de l'observation lorsqu'on voit quelle est l'influence de cette union moléculaire dès qu'elle est possible et tant qu'elle est compatible avec la continuation de cette évolution, comme par exemple dans la production du métis entre des individus de genres différents, tels que le bouc et la brebis, etc. On reconnaît alors que cette unité de principe actif a manifestement été imaginée avant la connaissance de tous ces faits. Elle ne peut aucunement en effet se mouler sur la réalité, en présence de laquelle on est toujours forcé de reconnaître que ce que nous disons des choses n'en change pas la nature et que nier les faits ne suffit pas pour en supprimer la valeur, surtout quand on ne leur en substitue aucun plus précis.

§ 5. — De l'accommodation des parties qui naissent et se développent à l'accomplissement d'actes déterminés.

Nous pouvons actuellement examiner de plus près la question de savoir comment les éléments anatomiques se disposent en tissus, les tissus en système d'organes et ceux-ci en appareils dans lesquels le jeu successif ou simultané de chaque partie conduit à l'accomplissement de telle ou telle fonction, selon les propriétés caractéristiques du tissu composant l'organe principal de chaque appareil.

L'examen de cette question est particulièrement devenu nécessaire depuis précisément que l'embryogénie a démontré que le germe est vivant au même titre que tout autre élément anatomique de l'animal ou du végétal, et par suite apte à s'atrophier aussi bien qu'à se développer de telle ou telle manière, suivant sa constitution et suivant les conditions dans lesquelles il est placé; depuis surtout qu'elle a démontré en outre que, lors même qu'il est fécondé, il ne possède aucunement en puissance la forme du corps humain, s'il s'agit de l'homme, et ainsi des autres êtres, soit qu'on prenne ce mot dans le sens de *conformation* physique et géométrique, soit qu'on le choisisse pour désigner *l'ensemble des qualités de tout ordre caractéristiques d'un être organisé.*

L'examen de cette question est devenue nécessaire aussi depuis que l'embryogénie a démontré que le germe fécondé d'une espèce quelconque peut dans son évolution, selon telles ou telles conditions intrinsèques ou extrinsèques, conduire à la production d'un monstre simple ou double, viable ou non, hors du sein maternel aussi bien qu'à l'organisme le plus parfait et cela d'autant plus communément que l'être est d'une organisation plus élevée en complication, c'est-à-dire plus souvent chez l'homme que dans toutes les autres espèces.

Si en effet l'ovule, fécondé ou non, peu importe, renfermait l'organisme en puissance, il n'y aurait pas lieu de poser la question de savoir comment a lieu l'appropriation des organes à l'accomplissement des fonctions, car l'économie ne saurait être considérée comme en puissance dans l'ovule si l'ordre n'existait pas entre les parties, à moins d'admettre que l'évolution ne consiste qu'en une ordination et un accroissement de parties préexistantes, mais en désordre; toutes suppositions se trouvant en contradiction avec l'examen de ce qui se passe réellement. Car il ne faut pas oublier que toutes ces questions sont purement des problèmes de physiologie et nullement de transcendance hyperphysique.

La question de savoir comment se disposent les parties organisées les unes par rapport aux autres pour arriver à constituer un tout ou organisme doué d'un ensemble de qualités déterminées et spécifiques, s'adresse dogmatiquement à ces phénomènes biologiques que de Blainville (1) et A. Comte ont appelés des *résultats* de la vitalité; c'est-à-dire à ces phénomènes d'ordre organique qui, comme la production de chaleur, l'hérédité, les habitudes, ne se rattachent à aucun agent spécial tel qu'élément anatomique, tissu, organe ou appareil, mais sont les conséquences des manifestations simultanées des propriétés élémentaires ou irréductibles immanentes aux éléments anatomiques et du fonctionnement de l'ensemble des appareils.

La faculté de prendre l'arrangement qui convient à l'accom-

(1) De Blainville, *Plan d'un cours de physiologie*. Paris, 1832, in-8, p. 10.

plissement de chaque fonction que présente la substance organisée est donc un résultat de la vitalité générale ou végétative.

La matière organisée est conduite à cette ordination, comme à la répétition héréditaire des diverses aptitudes, végétatives et animales, par la manière même dont ont lieu sa genèse et son individualisation en parties distinctes, l'évolution de celles-ci et leur rénovation moléculaire nutritive. L'hérédité est dominée particulièrement soit par la composition immédiate du vitellus de l'ovule maternel qui fournit les matériaux pour la génération des éléments du nouvel être, soit par le fait de son union matérielle avec la substance fécondante du mâle ; car ce vitellus, composé de principes immédiats dont les molécules sont inévitablement associées comme dans la mère où elles ont passé par tel ou tel *état chimique antérieur*, venant ainsi que les parties qui en dérivent à s'*assimiler*, dans toute la force du terme, les matériaux qu'ils fixent dans leur rénovation moléculaire nutritive, ce vitellus, dis-je, ne peut conduire chacune de ces parties à une autre constitution et à des propriétés autres que celles qu'avaient ses antécédents immédiats.

A cet égard ces deux points de vue, d'une part, de la constitution du milieu dans lequel naissent les éléments anatomiques, et de l'autre, de l'état antérieur par lequel ont passé les principes immédiats qui servent à leur genèse ou à leur rénovation moléculaire, sont de la plus haute importance. Il est en effet établi expérimentalement que ces deux ordres de conditions influent, non-seulement sur la production des parties organisées, mais jusque sur la formation des composés chimiques ; puisque d'autre part enfin, il est aussi établi que ce sont les conditions de cet ordre qui font que dans des éléments anatomiques de même espèce, offrant des caractères communs dans tous les animaux vertébrés ou invertébrés qui en possèdent, on trouve cependant d'une espèce animale à l'autre, même voisine, certaines différences entre ces parties, qui permettent de reconnaître que les globules du sang de l'homme, par exemple, ne sont pas identiques en tous points à ceux des rongeurs ou des ruminants.

L'ordination qui conduit pas à pas l'économie à présenter les

dispositions qui entraînent avec elles l'aptitude à l'accomplissement de chaque fonction est au contraire plus particulièrement le *résultat* des modes d'individualisation, de genèse et d'évolution tant intime ou de structure, qu'au point de vue de la forme et du volume des éléments anatomiques. Ainsi, dans le cas de la segmentation du vitellus en cellules polyédriques et dans celui de la scission de la substance homogène qui précède les couches épithéliales, les éléments anatomiques cellulaires qui s'individualisent ainsi ne peuvent pas ne pas être rangés dans un ordre déterminé les uns par rapport aux autres et par rapport aux parties antécédentes sur lesquelles ils reposent; d'où leur accommodation à l'accomplissement d'actes déterminés en rapport avec leur constitution immédiate et leur structure propre. Lorsque entre ceux de ces éléments qui dérivent du vitellus et qui forment l'aire embryonnaire, apparaissent par genèse des éléments distincts de ceux-là et qui quelques instants auparavant n'existaient pas, le fait même de leur apparition avec un arrangement réciproque en rapport avec leur forme, leur volume et leur structure spécifiques, constitue un ensemble nouveau de conditions fonctionnelles, en corrélation à la fois avec le lieu où se passe cette genèse, avec la composition immédiate et avec la structure des éléments qui viennent de naître.

En d'autres termes, l'apparition des éléments est, d'une part, soumise à l'ordre nutritif et évolutif des parties antécédentes, et de l'autre elle entraîne dans un ordre inévitable l'accomplissement d'actes nuls jusque-là, subordonnés à la constitution individuelle spécifique de ces éléments, à leur composition immédiate et à leur arrivée graduelle à une structure intime donnée. Sous le rapport de la constitution individuelle propre des parties simples (et cela s'applique également à celles qui sont composées) leur accommodation à l'accomplissement de tel ou tel acte, y compris la manifestation des propriétés spéciales inhérentes à certaines d'entre elles comme la contractilité, l'innervation, cette accommodation, dis-je, est en corrélation avec ce fait que nulle de ces portées n'est dès le principe, c'est-à-dire dès son apparition, ce qu'elle sera plus tard, tant au point de vue de son volume, de sa forme que

de sa structure intime, c'est-à-dire du nombre et de la disposition de ses propres particules composantes. Toutes changent graduellement par suite de leur augmentation de masse et des modifications de leur structure qui sont caractérisées par une genèse de parcelles, les unes homogènes, les autres hétérogènes par rapport à leurs antécédentes, se montrant successivement dans leur intérieur en constituant ainsi, selon l'espèce des propriétés d'ordre organique dont jouit l'élément, un ensemble nouveau de conditions intimes, fonctionnelles et même génératives; conditions primitivement corrélatives à la fois avec le lieu où siége l'élément et avec sa composition immédiate propre. Or, on sait que c'est là ce qui caractérise l'évolution ou développement, qui lui-même reconnaît pour condition d'existence le remplacement nutritif molécule à molécule, de chacune des parties constituantes immédiates de la substance qui agit, à mesure que par le fait même de leur action, leur arrangement géométrique intime ou leur composition élémentaire ont changé. Mais encore ce fait ne peut avoir lieu que proportionnellement à un certain degré d'instabilité de la combinaison des principes qui composent la substance; de sorte que celle-ci est à peine arrivée au faîte de la perfection de ce remplacement (qui entraîne les changements graduels désignés sous le nom *d'évolution*), qu'elle décroît à cet égard, par suite de la persistance et de l'imparfaite élimination de certains des principes qui arrivent aux éléments anatomiques ou qui s'y forment. Incrustant ainsi ces derniers, pendant que d'autres principes continuent à disparaître, sans être parfaitement remplacés, ceux qui sont inertes comme les composés calcaires, graisseux, etc., prennent la place de ceux qui agissent; de sorte que là, dès qu'un certain *summum* de perfection est atteint, que le sommet de la courbe d'évolution est touché, le corps organisé se modifie en redescendant vers l'autre point extrême de cette courbe, mais sans jamais tendre à revenir vers son point de départ.

C'est même à la série des détails élémentaires précédents que dans les êtres animaux et végétaux, représentés par un seul élément anatomique et dits uni-cellulaires, se réduisent les phénomènes qui amènent l'appropriation des parties à l'accomplisse-

ment de tel ou tel acte déterminé qui leur est propre. Tout ici se borne à ce que leur rénovation moléculaire continue, déterminant des changements évolutifs internes successifs de l'ordre de ceux dont il a été question plus haut, amène soit leur reproduction directe par scission ou gemmation, soit leur mort selon les conditions dans lesquelles ils se trouvent placés. Mais ces êtres les plus simples eux-mêmes ne font aucune exception à ce que présentent sous ce rapport les animaux placés à l'extrémité la plus élevée de la série des corps vivants y compris l'homme. Les phénomènes s'y présentent seulement au degré le plus rudimentaire.

Ainsi la succession des actes d'ordre organique est telle qu'à partir de l'instant de la fécondation, chacune des actions accomplies dans l'ovule, devient aussitôt, par le résultat ou effet obtenu, la condition d'existence ou d'accomplissement d'un autre acte que l'expérience apprend à déterminer.

En second lieu, l'étude des phénomènes d'évolution nous montre que tout élément anatomique, tout tissu, tout organe, qui est né devient, par le fait de son apparition ou de son arrivée, à un certain degré d'accroissement, la condition de la genèse d'un élément anatomique, d'espèce semblable ou différente et par suite de la formation d'un tissu, d'un organe, etc., il devient même à certaines périodes la condition de l'atrophie de quelque autre partie. C'est de la sorte que les éléments anatomiques deviennent successivement générateurs les uns des autres, sans l'être directement par continuité matérielle, c'est-à-dire sans qu'il y ait un lien généalogique direct entre la substance de celui qui apparaît et celle des éléments de même espèce ou d'une autre espèce entre lesquels il naît. C'est par cette série de conditions se montrant successivement, que s'établit la connexité qui existe entre les divers faits de l'apparition constante de plusieurs éléments à la fois, se montrant aussitôt avec une forme spécifique et un arrangement réciproque déterminé, conduisant ainsi pas à pas l'organisme à présenter les dispositions qui entraînent avec elles l'aptitude à l'accomplissement de chaque fonction.

Toute méthode rigoureuse exige que cette succession de conditions soit logiquement étudiée depuis les premiers phénomènes de

la fécondation jusqu'à ceux qui ont lieu dans les derniers temps de la vie ; hors de là, il est absolument impossible d'arriver à pouvoir se rendre compte exactement des phénomènes normaux et morbides, même de ceux qui nous apparaissent comme les plus simples, et tous ces phénomènes, à compter de celui de la segmentation présentent un ensemble de points communs dans tous les animaux et les végétaux, d'une admirable généralité qui ne permet pas à la doctrine qui veut séparer l'homme des autres êtres à ces divers égards de tenir un instant devant l'examen de la réalité. Ce n'est que graduellement que l'on voit avec les différences des conditions dans lesquelles ont lieu ces évolutions se montrer successivement et pas à pas des différences spécifiques de plus en plus tranchées dont le moment d'apparition peut être saisi aussi bien que la communauté et la similitude des dispositions et des actions antérieures.

La question de l'appropriation des tissus à l'accomplissement d'actes déterminés est déjà résolue par ce fait que constamment les éléments anatomiques naissent ou s'individualisent un certain nombre à la fois, de telle sorte que, dès leur apparition, ils sont groupés dans un ordre déterminé en corrélation avec leur forme et leurs dimensions. Ceux des éléments anatomiques de même espèce ou d'espèce différente dont la naissance est amenée par l'évolution des premiers apparus prennent naturellement une disposition réciproque en rapport avec celle des parties analogues qui les ont précédées. Ces faits s'observent jusque dans les cas de régénération des tissus sur l'adulte ou sur les jeunes sujets, quand on voit par exemple dans les nerfs coupés de nouveaux éléments nerveux naître en prenant la disposition de ceux qui s'atrophient et qu'ils remplacent.

Ajoutons enfin que c'est déjà conformées en organes que se montrent les parties nouvelles permanentes ou définitives du nouvel être ; organes que dès l'origine l'analyse montre constitués par des parties élémentaires ou éléments anatomiques, ayant forme de cellules ou de noyaux avec ou sans vaisseaux, offrant un arrangement réciproque ou texture qui diffère de l'un à l'autre selon leur configuration ou leur volume propres. Ces éléments,

véritables facteurs de chacun des actes essentiels de l'économie ne sont pas au moment de leur apparition tels qu'ils seront plus tard, tant au point de vue de leur nombre, de leur forme et de leur structure; d'où résulte que leur arrangement réciproque, ainsi que la conformation de l'organe changent graduellement à mesure que d'autres apparaissent à côté des premiers venus et que les uns et les autres s'accroissent en modifiant graduellement leur structure par une série d'actes moléculaires s'accomplissant dans leur intimité.

(La fin à un prochain numéro.)

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

Le pharynx de l'homme, par le docteur HUBERT v. LUSCHKA, professeur d'anatomie à l'Université de Tübingen. In-4, 121 pages avec 12 planches lithographiées. Tübingen, 1868.

ANALYSE PAR MERCKEL.

A mesure que depuis la naissance de l'anthropophonique et depuis l'invention et l'emploi du laryngo-pharyngoscope, le pharynx de l'homme a gagné en intérêt et en importance pour la physiologie (pour celle surtout du langage) et pour la médecine, les anatomistes ont dû s'occuper davantage de cette « *difficillima physiologæ particula* », quelque peu négligée depuis Morgagni et Santorini. Les travaux plus récents de Dzondi, Tourtual, Bidder, Henle et de l'auteur de cette critique étaient de nature plus ou moins fragmentaire; mais une exposition complète et détaillée, tenant compte des régions annexes manquait encore. Nous sommes heureux de la trouver enfin dans le travail objet de cette notice, travail vraiment classique qui, venant au-devant d'un besoin urgent, permet à ceux qui n'étaient pas en situation de faire par eux-mêmes ces dissections en partie très-difficiles, d'acquérir une connaissance exacte de ces régions, indispensable pour l'étude du mécanisme du langage et pour se rendre compte de nombreux accidents pathologiques. Considérant l'importance de cet ouvrage, nous croyons devoir examiner avec quelque détail ce qu'il contient de nouveau et ce que l'auteur a su rendre nouveau par l'exactitude de ses recherches.

L'ouvrage se divise en trois parties : 1° les rapports extérieurs de forme, grandeur, situation du pharynx; 2° configuration interne, et 3° structure de cet organe.

Dans la *première partie* il y avait naturellement peu de choses nouvelles à exposer. Le pharynx, d'après Luschka, ne donnerait pas d'empreinte à la surface du corps et n'y serait pas susceptible d'exploration. Ceci peut être exact pour des individus gras. Mais chez les personnes maigres, la région rétro-maxillaire dont la base est formée par une partie de la paroi du pharynx est dans l'inspiration rapide et profonde visiblement tirée en dedans, tandis que dans une forte expiration elle est repoussée d'autant ; là comme dans la région de la corne de l'os hyoïde et de celle du cartilage thyroïde, le pharynx est en quelque sorte explorable au dehors. A l'extrémité inférieure de la face postérieure, la musculature du pharynx est le plus faiblement développée ; de là peuvent se produire des avancements en forme de hernies de la muqueuse. Luschka cite un cas semblable d'après Albers.

Deuxième partie. — Luschka nomme *interstitium arenarium* la cavité qui, située entre deux piliers du palais, contient l'amygdale ; les deux interstices forment avec l'espace compris entre eux le vestibule moyen du pharynx de Tourtual. Nous avons déjà parlé dans ce journal au sujet de la partie nasale du pharynx de l'*organe adénoïde* (*tonsilla pharyngea*), sinon découverte, du moins pour la première fois exactement étudiée et décrite par Luschka ; aussi ne communiquerons-nous de la description minutieuse contenue dans son ouvrage que ce qui suit :

L'aspect de la face libre de l'organe adénoïde n'est pas constant et offre de nombreuses variétés. Elle est rarement libre de toute fissure et ne présentant que de petites éminences arrondies (follicules proéminents), elle présente plus souvent une figure longitudinale divisée en fentes profondes et saillies allongées, confluant en forme de réseau ou formant une charpente irrégulière. En général, la surface est aplatie, coupée de fentes irrégulières dont la profondeur atteint jusqu'à 7 millimètres ; elle est recouverte du contenu jaune caséeux soumis à la dégénération graisseuse de ses follicules, ou d'une mucosité vitreuse contenant de la cholestérine. Presque toujours les fentes et cavités sont occupées par de petits follicules blanchâtres entre lesquels s'ouvrent les orifices glandulaires sous forme de pores arrondis. A la limite inférieure de la ligne moyenne de la région adénoïde, l'on voit un orifice plus grand, rond, dont le bord supérieur est en général nettement dessiné, allant dans un appendice long de 1 centimètre et demi de la voûte du pharynx ; cet appendice monte derrière la substance adénoïde vers le corps de l'os occipital dont il pénètre l'enveloppe fibreuse de son extrémité amincie, au point d'y produire parfois une petite cavité. Cette bourse (*Bursa pharyngea*, Mayer) est entourée en arrière de glandes acineuses, latéralement par un muscle né du tissu fibreux de l'os occipital. Le commencement du ligament moyen du pharynx la couvre en arrière ; la paroi surtout adénoïde de cette bourse est épaisse d'environ 1 millimètre, et la muqueuse qui forme sa surface est bosselée. Parfois son extrémité supérieure est étranglée (une ou plusieurs fois) en forme de cyste. On peut sans doute la considérer comme un reste fœtal sans importance fonctionnelle analogue au *processus vaginalis*

du péritoine. Par suite de l'oblitération de son orifice, elle peut devenir un athérome plus ou moins gros, qui, faisant saillie en bas, peut être reconnu au moyen du pharyngoscope et qu'on peut opérer. Luschka a vu chez le fœtus cette poche encore en union avec le lobe antérieur du corps pituitaire. Il en est autrement pour le cochon chez qui la muqueuse de la paroi dorsale du pharynx s'excave vers l'œsophage en une poche épaisse, longue de $0^m,04$.

La cavité pharyngo-nasale n'a de paroi *antérieure* que dans les cas rares où depuis la naissance les cloaques sont réunis par une cloison fournie par l'os palatin. Normalement il n'y a que le septum des narines dont la base élargie en haut est parfois séparée de la substance adénoïde par un sillon transversal qui va se perdre dans l'extrémité supérieure de la fosse de Rosenmüller.

L'orifice de la trompe d'Eustache est dirigé essentiellement en bas et en même temps un peu en dedans et en avant et répond à l'extrémité postérieure du cornet inférieur, dont il est éloigné de 7 millimètres. — En décrivant le *plan inférieur* de la cavité pharyngo-nasale, Luschka mentionne et apprécie les méthodes connues de Politzer et Th. Weber.

Région buccale du pharynx.— Les glandes sont surtout abondantes au niveau de passage de la muqueuse dans la face postérieure de l'arc pharyngo-palatin. Ces glandes, de grosseur miliaire, recouvertes par cet arc, peuvent à l'état de gonflement dépasser le bord de l'arc et dégénérer en abcès qui atteignent facilement la surface antérieure. La racine de la langue forme dans la déglutition la paroi antérieure de cette portion buccale.

Région laryngienne du pharynx. — L'orifice du larynx qui (avec le cartilage aryténoïde et la lame cricoïde) forme la face antérieure de cette région atteint dans l'inspiration profonde, surtout par suite du redressement de l'épiglotte, son maximum, et dans les mouvements de déglutition son maximum de grandeur. A l'appareil sphinctérien qui produit cet effet se joint parfois un faisceau du muscle stylo-pharyngien qui descend obliquement en dedans, dans le pli ary-épiglottique, sur le muscle aryténoïde transverse et se croise avec le faisceau de l'autre côté. — Luschka nomme glande aryténoïde moyenne le groupe de glandes reposant sur la partie moyenne du muscle aryténoïde transverse. Tourtual, puis l'auteur de cette analyse, ont, avant Bruns, reconnu les sinus pyriformes comme faisant partie du canal pharyngien. D'après Luschka, un petit pli transversal les sépare parfois de l'origine de l'œsophage. S'appuyant sur des considérations anatomiques, Luschka rejette la laryngotomie sous-thyréoïdienne.

Troisième partie. — Structure du pharynx. — Le voile du palais diminue d'épaisseur aussi bien vers la voûte palatine que (et à un plus haut degré) vers la luette, et s'épaissit transversalement jusqu'à la limite du vestibule de la bouche, vers les parois latérales du pharynx. Du tissu du *raphé* de la voûte palatine part une bande fibreuse ayant jusqu'à 1 millimètre de largeur (*septum veli palatini*), recouvert seulement de la muqueuse, il parcourt la ligne médiane du voile du palais jusqu'à l'extrémité de la luette set ert de point d'attache ou d'origine à un grand nombre de faisceaux musculaires.

Le *muscle tenseur du voile du palais* doit être considéré plutôt comme un abducteur ou un dilatateur de la trompe d'Eustache que comme un tenseur du palais.

Le *muscle releveur du voile du palais* séparé du précédent par le fascia salpingo-pharyngien, se termine en partie à la suture de la voûte palatine, en partie au bord fibreux de la voûte palatine, mais la plupart de ces faisceaux forment en s'unissant un ruban aplati courbe à concavité supérieure, en partie pénétré, en partie dépassé sur sa face postérieure par des faisceaux du pharyngo-palatin ; un troisième groupe de fibres émanant de la face inférieure du corps du muscle se divise en plusieurs faisceaux qui se croisent devant l'azygos de la luette, descendent dans le pilier du palais, de l'autre côté, et contribuent à former le pharyngo-palatin. La totalité de ce double muscle lève le voile du palais, aide le muscle pharyngo-palatin et rétrécit l'orifice de la trompe.

Le *muscle releveur de la luette* est généralement double ; on le nomme donc à tort azygos ; il est placé à la face postérieure du voile, naît d'un prolongement médian de l'aponévrose palatine et s'étale en forme de pinceau dans la luette.

Le *muscle thyréo-pharyngo-palatin.* — Luschka lui a donné ce nom parce qu'une partie de ce muscle, s'insérant au cartilage thyréoïde, ne serait pas anatomiquement séparable des autres fibres. D'après sa fonction on peut le considérer comme un sphincter de l'isthme pharyngo-nasal. La portion thyréo-palatine naît de l'aponévrose des tenseurs du palais, des releveurs du palais, en partie aussi des fibres du releveur et de la base de la luette, ainsi que du ruban fibreux du voile, mêlé avec les fibres du releveur qui se croisent devant l'azygos. En bas, ces fibres se réunissent en un cordon qui descend derrière l'amygdale dans l'arc pharyngo-palatin, à la limite des parois postérieure et latérale du pharynx, de sorte que les faisceaux postérieurs ont une position au commencement frontale, puis plus ou moins sagittale, enfin de nouveau partiellement frontale et s'insérant au bord postérieur du cartilage thyroïde. Le faisceau le plus externe est renforcé par une division du muscle stylo-pharyngien. Plusieurs autres faisceaux se tournent en dedans et forment vers la ligne médiane une couche de fibres qui, s'amincissant, va se perdre vers l'œsophage dans une aponévrose élastique. (L'auteur de cette analyse a, par ses recherches, reconnu l'indubitable justesse de ce fait, mais il n'a pu encore, ainsi que l'avance Luschka, comme lui, suivre jusqu'au cartilage thyroïde une partie des fibres du muscle. Il vit ces fibres descendre à côté du bord du cartilage thyroïde et de la corne de ce cartilage, longitudinalement, et se perdre dans l'aponévrose en question ; il pourrait donc y avoir encore quelque doute au sujet d'une portion thyroïdienne de ce muscle.) L'origine de la portion pharyngo-palatine (à côté de l'extrémité palatine arquée de la précédente, à l'aponévrose du tenseur, au tégument fibreux de l'apophyse ptérygoïde, etc.) est plus externe et prend en descendant une direction plus interne, d'où résulte à moitié chemin un croisement des fibres.

Les fibres du *muscle glosso-palatin* forment deux couches inégalement fortes, se recouvrant incomplétement, qui se croisent sous un angle très-aigu ; la plus forte monte latéralement au bord de la langue ; la plus faible d'abord latéralement à celle-ci, puis derrière elle, enfin médianement au même lieu. En dehors, le feuillet postérieur se prolonge dans la paroi latérale de l'*interstitium arcuarium*, le feuillet antérieur se prolonge derrière la dernière molaire dans la muqueuse du vestibule de la bouche et dans celle du sillon alvéolo-lingual ; les deux feuillets sont unis entre eux par du tissu cellulaire glanduleux. Arrivées dans la langue, les fibres se divisent en longitudinales (allant au stylo-glosse) et en transversales (allant au septum de la langue). Ces deux sortes de fibres s'unissent en arc dans le voile du palais et se mêlent à celles du pharyngo-palatin et des releveurs du voile ; quelques fibres (obliques dans la langue) s'élèvent à travers le voile en dedans, convergent sans confluer, croisent les précédentes et se rendent enfin à l'aponévrose du palais. Le muscle, dans sa totalité, agit comme un sphincter, tantôt en avant, tantôt en arrière, et, avec l'aide du stylo-pharyngien et du glosso-pharyngien élève la langue.

Muqueuse du voile du palais.— On trouve souvent dans la ligne médiane un sillon faible, pâle, allant jusqu'à la base de la luette, et répondant au *septum du voile.* De nombreux pores montrent les orifices de glandes muqueuses. Chez le *chameau*, on voit la face tournée vers la bouche du voile, la bourse du pharynx, *bursa faucium* ; elle n'est pleinement développée que chez le mâle, au temps du rut, où elle gonfle jusqu'aux dents, ayant jusqu'à $0^{m},08$ de long et de large, et un demi-centimètre d'épaisseur ; elle vient se placer entre la racine de la langue et le voile, et se compose de tissu cellulaire et de faisceaux musculaires (du pharyngo-palatin, etc.). En avant, la muqueuse épaisse ici de un tiers de millimètre, adhère intimement au substratum. Avec des préparations durcies par l'acide chromique, on voit des villosités ténues, touffues, répondant à autant de *papilles.* Elle consiste en une mince couche limite, et en une faible charpente de tissu conjontif comprenant peu de corpuscules de la lymphe, dont le tissu se perd entre les glandes. L'épithélium est formé de grands feuillets polygonaux à noyau, etc. La lame nasale paraît plus inégale par la saillie du muscle releveur du voile et le pli salpingo-pharyngien, ainsi que par beaucoup de glandes folliculeuses plates, de grosseur miliaire, qui y sont disséminées, tandis qu'il y a peu de pores de glandes muqueuses, ainsi qu'un petit nombre de petites papilles coniques qui la rendent villeuse. La charpente fibreuse de la muqueuse, richement infiltrée de corpuscules de la lymphe ne se perd qu'à la luette, dans un tissu connectif lâche, et chez l'adulte est recouverte d'un épithélium pavimenteux stratifié.

Glandes du voile du palais : glandes muqueuses en grappe et glandes folliculeuses (dépressions de la muqueuse dans laquelle s'abouchent des glandes proprement dites).

Les *glandes muqueuses* sont de la grosseur d'un grain de millet à celle d'un

grain de chènevis, en avant et en arrière isolées, disséminées ou (dans l'arc glosso-palatin et autour des amygdales) par groupes. A la face antérieure du voile elles sont la continuation de la couche glanduleuse de la voûte palatine, formant une couche dont l'épaisseur atteint jusqu'à 6 millimètres, à grosses granulations et allant en diminuant vers la luette. A la face postérieure elles sont plus rares et dans la moitié inférieure du voile plus étendues. Ces glandes, formant prolongement du tissu connectif sous-muqueux sont unies entre elles par du tissu cellulaire lâche; quelques-unes sont situées plus profondément entre les muscles. Les grappes sont formées de plusieurs lobules et de grains sphériques à larges canaux excréteurs. Les glandes *folliculeuses* sont des dépressions de la muqueuse, dont la paroi est entourée de glandes conglobées (réseau avec noyaux dits de la lymphe et petites nodosités, etc.).

On doit distinguer les glandes folliculeuses *disséminées* et les *agrégées*. Les premières ne se trouvent qu'en petit nombre à la muqueuse postérieure, à l'arc pharyngo-palatin et aux *interstitia arcuaria*, sous forme de petites éminences aplaties possédant une petite cavité s'élargissant vers l'orifice en entonnoir, et une paroi épaisse sans enveloppe fibreuse avec quatre ou cinq follicules. Les dernières se rapportent tout d'abord aux amygdales, quoiqu'on voie aussi parfois à la face postérieure de l'arc pharyngo-palatin deux ou trois glandes folliculeuses réunies.

L'*amygdale* située à la partie supérieure de l'*interstitium arcuarium* touche, quand la bouche est fermée, la racine de la langue, et à l'état normal ne dépasse que peu l'arc glosso-palatin. Dans l'affection nommée *angine tonsillaire*, ce n'est pas l'amygdale, mais le tissu cellulaire sous-muqueux qui l'entoure qui est le siége de la maladie. Par suite de l'infiltration de ce tissu, l'arc glosso-palatin est effacé et changé en une tumeur sphérique rouge, située latéralement en avant et inférieurement au voile, se fond en haut dans la muqueuse de la voûte palatine, en bas dans celle de la langue, et en dedans fait fortement saillie sur les amygdales qu'on ne peut plus voir. Les cas d'asphyxie viennent de l'infiltration symptomatique des ligaments ary-épiglottiques et de la muqueuse de l'épiglotte; le gonflement sous l'angle de la mâchoire inférieure vient de l'infiltration du tissu cellulaire dans l'interstice pharyngo-maxillaire (Voy. plus bas), et sous la muqueuse à côté de la racine de la langue.

En dehors, l'amygdale est unie à des fibres des muscles pharyngo-palatin, glosso-palatin, glosso-pharyngien, et à des *muscles tonsillaires* propres; un faisceau du glosso-pharyngien (muscle amygdalo-glosse) peut aussi attirer l'amygdale vers l'isthme, et un faisceau du stylo-pharyngien l'attirer en dehors, et ainsi élargir l'isthme (surtout dans la formation du vocal, etc.). De plus, la surface externe de l'amygdale tournée vers le muscle ptérygoïdien interne en est séparée non-seulement par ces fibres charnues, mais encore par la fascia bucco-pharyngienne et le prolongement de la couche de graisse de la joue.

L'*interstice pharyngo-maxillaire* plein de tissu cellulaire est situé entre la paroi latérale du pharynx, le muscle ptérygoïdien interne et les vertèbres cervicales supérieures; dans sa partie la plus postérieure sont les grands vais-

seaux et nerfs : il répond à la région de la paroi latérale du pharynx située en arrière de l'arc pharyngo-palatin ; la partie antérieure de l'interstice, au contraire, répond à l'amygdale ; les deux carotides sont donc en arrière de l'amygdale, la carotide interne $0^m,015$ en arrière et en dehors, la carotide externe $0^m,02$ en arrière et en dehors de la surface latérale de l'amygdale ; on *ne peut* donc dans l'extirpation de l'amygdale *blesser* ces deux vaisseaux, d'autant plus que dans cette opération on la tire en avant. La surface latérale de l'amygdale a une enveloppe fibreuse, la surface médiane est recouverte de la muqueuse ; toutes deux entrent dans les enfoncements de l'amygdale, quoique en le faisant la muqueuse n'atteigne pas jusqu'aux follicules faisant saillie vers les cavités, recouvertes seulement d'épithélium.

Le *parenchyme* des amygdales consiste en un réseau infiltré des noyaux dits corpuscules de la lymphe, dans lequel sont logés des follicules composés.

Sur les vaisseaux et nerfs du voile il n'y a rien de nouveau à signaler ici.

Structure de la paroi du pharynx proprement dite.

Membranes et ligaments. — Le *fascia salpingo-pharyngien* (Trœltsch) est une division du ligament latéral du pharynx (Tourtual) ; une partie de ce fascia naît du rocher et s'insère au crochet ptérygoïdien, tandis que la portion supérieure du fascia interne du pharynx est fibreuse, la portion inférieure est élastique. Celle-ci n'a rien de commun avec la lamelle élastique tendue entre les extrémités inférieures des bords postérieurs du cartilage thyroïde, servant (non d'origine, comme dit Luschka), mais d'insertion à beaucoup de fibres du muscle pharyngo-palatin, et allant en bas se perdre dans la sous-muqueuse de l'œsophage : son tissu se termine déjà au bord supérieur du cartilage thyréoïde. La membrane thyréo-hyoïdienne qui se présente tout d'abord n'est pas isolée avec ses insertions ; elle se prolonge bien plutôt amincie entre les couches longitudinales et circulaires de la musculature du pharynx en arrière, dans la région du constricteur moyen, ce qui maintient quelque peu attirées l'une vers l'autre les cornes de l'os hyoïde.

Une deuxième division de la membrane élastique du pharynx, placée au-dessus de l'os hyoïde, joint la membrane hyo-épiglottique et sous le nom de membrane hyo-glosse, passe dessus la racine de la langue, où elle se perd sous la muqueuse vers les papilles caliciformes (*papillæ circumvallatæ*). Latéralement, elle vient sous la muqueuse de l'*interstitium arcuarium* s'élever en dehors de l'amygdale et s'insérer à la ligne mylo-hyoïdienne du maxillaire inférieur. Elle s'unit à la partie moyenne de l'épiglotte sous le nom de ligament glosso-épiglottique moyen ; latéralement elle s'unit à lui par l'arc pharyngo-épiglottique en formant un pli d'abord aplati, puis faisant vers l'épiglotte une saillie plus forte ; ce pli convexe, en haut, est situé entre l'extrémité inférieure de l'amygdale et la grande corne de l'os hyoïde, vers l'espace interstitiel. Il sert de tendon (?) aux faisceaux musculaires situés au-dessous, surtout au releveur de l'épiglotte, que l'on pourrait, d'après Luschka, nommer plus exactement génio-épiglottique, et à la portion stylo-épiglottique du muscle stylo-pharyngien.

Musculature de la paroi du pharynx. — Un *raphé* n'existe qu'à l'extrémité supérieure de la paroi postérieure et n'a environ que $0^m,02$ de long. Les constricteurs ne sont pas des muscles doubles ordinaires ; ils se continuent en général l'un dans l'autre, où il y a un point de croisement.

Le *constricteur supérieur du pharynx* a deux bords latéraux convergeant vers en bas et si écartés d'abord qu'ils forment une niche où rayonne le stylo-pharyngien. La portion plus profonde du muscle ptérygo-pharyngien partant d'un appendice du tendon du tenseur du voile rayonne en s'écartant des autres portions, en dedans, vers l'extrémité supérieure de l'amygdale et serait identique avec le releveur (antérieur ou) petit releveur du voile de Tourtual. Luschka a trouvé aussi fréquemment le muscle pétro-pharyngien, parfois même un second muscle plus long qui, généralement, se joint au pétro-staphylin et que l'on doit considérer comme une répétition du releveur du voile. Le muscle bucco-pharyngien (que l'on comprenait autrefois dans le mylo-pharyngien) naît du ligament ptérygo-mandibulaire en général, et non du fascia bucco-pharyngien ; une partie de ce muscle se continue dans le buccinateur. Le muscle mylo-pharyngien n'est qu'un étroit faisceau se joignant au précédent et allant de la surface interne du maxillaire inférieur à la racine de la dernière molaire.

Le muscle glosso-pharyngien vient du transverse de la langue, va avec quelques faisceaux du génioglosse jusqu'à sa sortie de la langue, au constricteur supérieur (tandis que les autres fibres sortantes du transverse vont au glosso-palatin et à l'amygdaloglosse), après avoir pénétré les muscles hyoglosse et styloglosse $0^m,02$ en avant et en haut de la corne de l'os hyoïde, sans s'unir au styloglosse et passe près du point d'entrée de celui-ci, descendant obliquement vers la paroi postérieure du pharynx. Parmi ces faisceaux isolés du constricteur supérieur, le muscle ptérygo-pharyngien peut rétrécir la cavité pharyngo-nasale, le glosso-pharyngien peut élever la paroi postérieure du pharynx et la rapprocher des bords latéraux de la langue, tandis que le bucco et le mylo-pharyngien, vu la presque immobilité de leurs points d'insertion ne peuvent que par la tension rectiligne de leurs fibres comprimer le pharynx, mais non, ainsi que le pense Luschka, faire avancer sa paroi postérieure vers la cavité. En outre, le constricteur supérieur contribue au rétrécissement de l'arc pharyngo-palatin.

Constricteur moyen du pharynx (hyo-pharyngien). — Parfois se joint à lui un muscle syndesmo-pharyngien qui, partant du ligament thyréo-hyoïdien latéral, ne se mêle pas toujours aux constricteurs ; ou un faisceau du tendon intermédiaire du digastrique de la mâchoire inférieure, et une bande musculaire venue de la capsule de la glande sous-maxillaire et de l'angle du maxillaire inférieur, ainsi qu'une autre venue du mylo-pharyngien et se rendant l'une et l'autre en partie aux constricteurs supérieurs, en partie aux constricteurs inférieurs, etc. A l'insertion des fibres à la petite et à la grande corne de l'os hyoïde se produisent des variétés, à leur origine des collisions avec l'hyo-glosse. L'action du constricteur moyen du pharynx n'est pas

donnée par Luschka avec une entière exactitude ; la portion inférieure contribue aussi à élever le pharynx quand la portion supérieure agit en même temps ; la première ne peut tirer en bas la paroi postérieure du pharynx que quand elle a été antérieurement élevée par la totalité du muscle ou par le muscle supérieur. Il peut rapprocher l'une de l'autre les cornes de l'os hyoïde.

Constricteur inférieur du pharynx. — Sa description est quelque peu incomplète ; ce que Luschka appelle arc tendineux, dont la portion intermédiaire naîtrait entre le thyréo et le crico-pharyngien, a toujours paru à l'auteur de cette notice une bande tendineuse rectiligne. Outre son concours à l'acte de la déglutition, son *action* rétrécit l'espace laryngien, et ainsi se rapporte à la glotte, tant que le cartilage thyroïde n'est pas ossifié. Notons les opinions différentes de Traube et de Rosenthal qui veulent, dans la déglutition, rendre la fermeture de la glotte indépendante de l'action du hyo-thyroïdien.

Musculature longitudinale du pharynx. — On trouve d'abord, à partir de l'os hyoïde, dans la paroi postérieure du pharynx des fibres longitudinales venant des muscles salpingo et stylo-pharyngien. Le premier doit être considéré, d'après Albinus, comme un faisceau naissant en haut du pharyngo-palatin. Il suit essentiellement la direction du pli salpingo-pharyngien, naît en général de l'extrémité inférieure épaissie de la saillie cartilagineuse de la trompe ; parfois il s'y joint encore une seconde portion venue de la partie médiane de la lame interne de l'apophyse ptérygoïde ; il descend obliquement en dehors en s'élargissant derrière le releveur du voile, se mêle à la hauteur de la luette avec le pharyngo-palatin et se termine avec lui. Il ne peut *pas* élargir la trompe.

Le stylo-pharyngien a presque plus de rapports avec le larynx qu'avec le pharynx, et d'après Luschka, il vaudrait mieux le nommer muscle *stylo-pharyngo-laryngien*. Il s'étend de la racine de l'apophyse styloïde jusqu'au bord postérieur du cartilage thyroïde, atteint la paroi latérale du pharynx dans la région de l'amygdale, se divise à $0^m,04$ de son origine en deux portions inégales : portion pharyngo-tonsillaire et portion laryngienne. La première, divisée en plusieurs faisceaux, passe à travers le muscle pharyngo-palatin et va à la face externe de l'amygdale qu'elle tire en dehors, élargissant ainsi l'isthme (voy. plus haut) ; la dernière, couverte par l'hyo-pharyngien, descend suivant la paroi latérale du pharynx, se divise en la *portion thyroïdienne* — attenant aux fibres antérieures du muscle thyréo-palatin, s'insérant à l'extrémité postérieure du bord supérieur et à la face antérieure de la grande corne du cartilage thyroïde, en quelque sorte aussi à la membrane hyo-thyroïdienne et dans le sinus pyriforme, — en la *portion épiglottique* — passe devant le pharyngo-palatin en rayonnant dans le ligament hyo-épiglottique, peut être considérée comme partie de l'arc pharyngo-épiglottique et de la lame tendineuse comprise entre l'os hyoïde et l'épiglotte (Betz l'a tenue à tort pour une partie du muscle pharyngo-palatin), — et la *portion ary-épiglottique* — descend près de l'insertion du précédent,

par le pli ary-épiglottique, parallèlement au bord libre de ce pli, puis à la hauteur de l'extrémité postérieure de la ranule se tourne aplatie en avant et en haut, pour s'insérer à l'extrémité postérieure du cartilage thyroïde, près de l'angle, et au bord supérieur du cartilage cricoïde. L'ensemble du muscle élève le larynx dans la déglutition, élargit l'espace laryngien supérieur (*ostium laryngis*), et est antagoniste du muscle thyréo-pharyngien, car il diverge vers en haut.

Muqueuse du pharynx.— C'est avec raison que l'auteur montre l'importance des *affections* de cette muqueuse pour les fonctions de l'oreille moyenne ; il étudie le gonflement catarrhal de la muqueuse de l'orifice de la trompe, la compression de cet orifice par le gonflement du voile des amygdales, il traite diverses autres questions, puis décrit de la muqueuse la couleur, les ramifications vasculaires, les plis, les saillies (pas les glandes), les insertions (solides en haut, lâches en bas), l'épaisseur augmentant de deux tiers à un millimètre par suite de gonflement pathologique, diminuant à la suite de pharyngites sèche de personnes âgées, etc.

En étudiant la *texture* de la muqueuse pharyngienne, on voit une *charpente fibreuse*, c'est-à-dire un réseau faible plus ou moins infiltré des noyaux dits corpuscules de la lymphe, qui se continue dans la profondeur, sans limites déterminées, en un tissu cellulaire ordinaire sous-muqueux, non adipeux, dans lequel sont disséminés des noyaux oblongs inattaquables à l'acide acétique. Vers la face libre il se continue dans la base des papilles et devient plus dense. Ces papilles atteignent, dans la partie nasale, leur développement minimum ; dans la partie buccale leur développement maximum, petites et grandes, étroites, filiformes, coniformes, en forme de boules, etc. On ne les voit nettement qu'en faisant durcir la muqueuse dans l'alcool.

Cette *charpente* est formée de filaments qui s'unissent d'une façon variée tout en laissant des vides entre eux. Au point où plusieurs filaments se rencontrent, il y a gonflement. Il y a analogie entre la charpente réticulaire de la muqueuse et celle des glandes lymphatiques de l'intestin, des follicules d'organes lymphoïdes (substance adénoïde, substance cytogène, etc.). Le *réseau* possède à l'origine toutes les qualités du tissu muqueux (éléments à noyaux dans une substance fondamentale molle) ; celui de la muqueuse arrivée à son développement est plus condensé, les noyaux ne sont plus nets que dans les nodosités et nombreux (chez les individus jeunes). Dans les vides du réseau se montrent des noyaux dits corpuscules de la lymphe, abondants surtout dans la partie nasale ; à d'autres places, ils sont moins nombreux dans la couche superficielle du réseau, abondants au contraire vers la couche sous-muqueuse. Parfois, pathologiquement, l'infiltration se concentre dans toute l'épaisseur du réseau, sur de petites places qui forment alors des éminences (nodosités) arrondies, atteignant la grosseur d'une lentille, grises, un peu transparentes : *pharyngite granuleuse.*

L'*épithélium* de la muqueuse est vibratile dans la partie nasale est pavimenteux dans la partie bucco-laryngienne.

Les *glandes* de la paroi du pharynx sont situées dans le tissu cellulaire sous-muqueux, et sont (comme au voile du palais) en partie en grappe, sécrétant du mucus, en partie des glandes folliculeuses. Les premières, les *glandes muqueuses acineuses* ont la grandeur d'un grain de millet à celle d'une lentille, sont inégalement distribuées, plus abondantes dans la paroi postérieure et aux places non musculeuses de la partie nasale par exemple : dans la fosse de Rosenmueller, semblablement à l'anneau glanduleux entre le pharynx et l'œsophage chez le loup et autres animaux sauvages ; de même dans la partie laryngienne, au-dessous du muscle aryténoïde transverse, dans le pli ary-épiglottique, etc. Par suite de l'occlusion du conduit excréteur d'une semblable glande, elle s'étend, les *acini* disparaissent successivement ; il se produit un sac à limites nettes et décorticable : c'est ainsi que se forment les *poches colloïdes*, sous forme d'éminences transparentes parallèles de la muqueuse.

Les *glandes folliculeuses* sont de petites dépressions de la muqueuse, en forme de poches, dont la paroi est formée de substance adénoïde ; elles se présentent disséminées ou agrégées, isolées surtout à la face postérieure de l'arc pharyngo-palatin, comme agrégats derrière l'extrémité inférieure de cet arc et dans les sinus pyriformes. La *tonsille pharyngienne* est aussi une glande folliculeuse agrégée, étendue entre les deux trompes et représentant ici, à proprement parler, la muqueuse, formée de nombreuses poches plus ou moins pressées, à parois épaisses et avec beaucoup de nodosités.

Vaisseaux de la paroi du pharynx. S'il y a des *varicosités*, il peut se produire des phlébotites, qui dans certains cas peuvent rendre la déglutition pénible. Des *glandes lymphatiques* sont situées surtout entre le muscle grand droit antérieur de la tête et la cavité de la paroi postérieure du pharynx, et dans le voisinage de la grande corne de l'os hyoïde ; celles-ci sont en rapport avec les glandes jugulaires supérieures.

Nerfs de la paroi du pharynx. — Vu la diversité de leurs origines, diverses maladies du pharynx doivent avoir pour suite des symptômes consensuels ; des catarrhes de l'arrière-bouche peuvent être accompagnés de douleurs frontales et occipitales, de troubles stomacaux, utéraux, etc. Les branches des nerfs du pharynx venant des nerfs glosso-pharyngien, vague, accessoire de Willis, et sympathique, forment le *plexus nerveux pharyngien* (avec de petits ganglions), avant de s'étendre en branches plus fines. Le rameau pharyngien de la cinquième paire, qui en sort, se distribue à l'orifice de la trompe et à la voûte du pharynx, d'où, dans les catarrhes de l'arrière-bouche une névralgie que l'on ressent dans les profondeurs du crâne. Les deux rameaux pharyngiens du vague et de l'accessoire, mêlés d'abord, se séparent ensuite en branches motrices et sensitives, de même les branches du nerf glosso-pharyngien.

Nerf laryngé supérieur. — Luschka trouva que le rameau externe de ce nerf n'était pas purement moteur ; l'interne au contraire est seulement sensitif, et il reconnut que le nerf laryngé inférieur, outre le muscle crico-thyroïde,

pourvoyait tous les muscles propres au larynx. — On doit éviter de comprendre dans la ligature de la carotide primitive le rameau du nerf laryngé supérieur qui se rend au plexus carotidien et va se perdre dans l'*adventitia* de la carotide, parce qu'alors la voix devient enrouée. Le rameau externe est le rameau principal le plus faible ; il va au muscle thyréo-pharyngien, à qui il donne de fins rameaux jusqu'au milieu, entre la corne inférieure et l'extrémité de la ligne médiane du cartilage thyroïde, pour pénétrer dans le muscle crico-thyroïdien. Un filet de ce nerf pénètre entre les muscles crico-aryténoïde latéral et thyréo-arythénoïde, dans la profondeur, perce la membrane élastique au-dessous du milieu de la corde vocale et s'épanouit dans la muqueuse. Le *rameau interne* va vers le bord latéral (postérieur) du muscle hyo-thyroïde, pénètre avec l'artère laryngée supérieure, la membrane hyo-thyroïdienne et passe sous la muqueuse du sinus pyriforme ; là il se divise pour cette muqueuse et pour celle de l'espace laryngien. Ses rameaux pharyngiens vont en outre au pli ary-épiglottique, à la muqueuse aryténoïde et à la lame cricoïde, ainsi qu'à la paroi postérieure du pharynx ; les rameaux laryngiens vont à la muqueuse épiglottique, à la paroi interne du pli ary-épiglottique, à la corde vocale supérieure, au ventricule, et à la muqueuse de la glotte postérieure ; ils forment sur le muscle aryténoïde transverse un plexus et pourvoient aussi la muqueuse de l'espace laryngien inférieur. La *terminaison* de ces nerfs a lieu par des corpuscules ovales en forme de poire sans enveloppe membraneuse.

Le *nerf laryngé inférieur* est purement moteur ; c'est le vrai *nerf de la voix*, il fournit au muscle crico-thyroïde et de plus à tous les muscles propres du larynx. Il est, d'après Luschka, une pure provenance du nerf vague, non de l'accessoire, qui ici ne va qu'au pharynx. Il y a ainsi un nerf crico-aryténoïde postérieur, un aryténoïde transverse, crico-thyréo-arythénoïde et thyréo-ary-épiglottique.

Il ne sera pas inutile, en terminant, de donner au lecteur une indication du contenu des *planches* qui accompagnent ce travail.

Les douze planches de cet ouvrage en forment une partie essentielle ; on peut dans tous les cas les regarder comme les meilleures, les plus exactes et les plus complètes qui aient été faites sur ce sujet.

La planche I montre sous un fort grossissement et dans des coupes, la plupart perpendiculaires à la surface, les *tissus* formant la muqueuse du voile du palais et de la paroi du pharynx proprement dite, ainsi que, en grandeurs diverses, les vaisseaux capillaires dans la direction de la surface de la muqueuse.

La planche II donne les rapports réciproques des tissus de l'arrière-bouche après enlèvement de la partie moyenne du maxillaire inférieur, de la langue (non comme la légende le dit jusqu'à l'insertion de l'arc glosso-palatin, mais jusqu'à l'os hyoïde) et des parties molles entourant le larynx et l'os hyoïde.

La planche III représente, par une coupe médiane de la tête, la face

latérale du pharynx et de ses annexes ; la forme et la structure du voile dans une couche sagittale faite près du plan médian y sont rendues avec une netteté remarquable, montrant particulièrement le rapport des glandes aux deux surfaces et à la musculature du voile.

La planche IV donne en quatre figures les particularités des cavités pharyngo-nasale et pharyngo laryngienne : 1° coupe frontale de la base du crâne et de la face immédiatement derrière le bord postérieur du septum des narines, ce qui rend la cavité pharyngo-nasale visible antérieurement, d'ailleurs position formée des organes de la bouche ; 2° coupe horizontale du pharynx et du larynx dans le plan de l'aire de la glotte ; 3° et 4° vues frontales de la cavité pharyngo nasale avec diverses divisions du tissu adénoïde.

La planche V représente, après enlèvement de la voûte palatine et du voile du palais (jusqu'à l'arc pharyngo-palatin) de la langue, de l'os hyoïde et de la portion antérieure des cartilages thyroïde et cricoïde, la voûte et la surface interne de la paroi postérieure du pharynx ; avec le moyen dans les sections particulières, dans un but de recherches d'anatomie pathologique, de découvrir la totalité de la région de l'arrière-bouche dans ses rapports avec la cavité nasale.

La planche VI montre l'architecture interne du pharynx, vue en arrière, avec préparation des muscles, vaisseaux et nerfs.

La planche VII est surtout consacrée à l'anatomie du muscle nommé par Luschka thyréo-pharyngo-palatin. La partie moyenne du maxillaire inférieur dans une grande étendue, la langue, l'os hyoïde, le larynx, jusqu'au segment postérieur du cartilage thyroïde, sont enlevés.

La planche VIII complète la précédente en montrant ce muscle vu en arrière après éloignement des constricteurs ; elle figure en outre les trois évidements de l'extrémité supérieure de la paroi postérieure du pharynx.

La planche IX montre surtout, par quatre figures, d'un côté la musculature du voile du palais vue en avant, d'un autre côté la position et la structure des tonsilles (palatine et pharyngienne) ; la figure 2 montre, entre autres choses, l'éloignement important des carotides et des amygdales ; la figure 3 représente l'amygdale grossie trois fois, suivant une coupe frontale ; la figure 4 représente en coupe sagittale la tonsille pharyngienne grossie deux fois.

La planche X, figurant la musculature du voile du palais vue postérieurement, indique des propriétés importantes jusqu'ici inobservées des releveurs du palais et éclaire les rapports des muscles stylo-pharyngien et pharyngo-palatin.

Planche XI : *vues latérales* instructives de la musculature, etc., du pharynx après éloignement de la branche du maxillaire inférieur et des parties molles cachant le pharynx et le larynx.

Planche XII : pharynx vu en arrière, rapport réciproque de ses constricteurs qui se couvrent partiellement.

Le livre serait plus commode assurément si le texte contenait des renvois aux planches et aux figures ; néanmoins, ce nouvel ouvrage du célèbre anatomiste peut dans tous les cas être désigné comme la monographie anato-

mique la plus importante de l'époque; il mérite d'être exactement étudié et fréquemment consulté non-seulement par les anatomistes et les physiologistes, mais aussi par les médecins et chirurgiens, surtout par ceux qui s'occupent spécialement des maladies du pharynx et du larynx.

Ce traité renverse beaucoup d'anciens préjugés relatifs à la position, aux propriétés et aux fonctions de diverses régions et de divers organes, ainsi qu'à certaines opérations et autres moyens thérapeutiques; mainte affection jusqu'ici incomplétement expliquée (par exemple, le catarrhe rétro-nasal, étudié pour la première fois par l'auteur de cette analyse) se trouve, par les nouvelles recherches de Luschka, mise en pleine lumière.

Ce travail doune de nombreuses indications pour de nouvelles recherches, pour des essais pratiques, etc.

Paris. — Imprimerie de E. MARTINET, rue Mignon, 2.

CONSIDÉRATIONS

SUR

L'ANATOMIE DU MUSCLE CILIAIRE

Par le professeur D. IWANOFF
(De Kiew)

Traduit du manuscrit de l'allemand par Ch. ABADIE, interne des hôpitaux.

REMARQUES PRÉLIMINAIRES SUR LE SUJET DE CE TRAVAIL.

Les différences individuelles dans la structure du muscle ciliaire chez l'homme sont connues de tous ceux qui se sont particulièrement occupés de l'anatomie de l'œil.

Si l'on peut à la rigueur négliger quelques différences individuelles, dans la structure des autres parties de l'organisme, on doit être beaucoup plus exigeant et rigoureux, quand il s'agit de la structure de l'œil humain. Grâce aux nouveaux travaux sur ce sujet et particulièrement à ceux d'Helmholtz, on peut admettre aujourd'hui que la physiologie de cet organe est pour ainsi dire mathématique, et l'anatomie a encore longtemps et beaucoup à faire pour résoudre sur ce terrain les problèmes que lui pose la physiologie. Nulle part dans l'économie, les plus petits changements dans le nombre et la masse des éléments ne jouent un aussi grand rôle. Ce sont des différences de quelques divisions de millimètre dans la longueur de l'axe optique qui occasionnent les anomalies de la réfraction. Quelques fractions de millimètre de plus ou de moins dans les rayons de courbure de la cornée ou du cristallin entraînent des troubles considérables de la vue qui sont connus sous le nom d'astigmatisme. Enfin, les recherches ingénieuses de Schultze sur la *fovea centralis* de la tache jaune et sur la couche des bâtonnets montrent qu'on doit tenir grand compte, pour l'acte physiologique de la vue, même des millièmes de millimètre (1).

(1) Voy. *Schultze*, dans ce recueil, année 1868, p. 113.

Par suite du développement extraordinaire de la physiologie et de la pathologie oculaire, l'anatomie et l'histologie de l'œil ont aussi acquis un très-grand intérêt. Aussi, en tenant compte de ces données et des conséquences importantes que peut entraîner ici la moindre déviation du type normal, il me paraissait invraisemblable qu'on dût ranger dans la catégorie des faits purement accidentels les différences individuelles de structure du muscle ciliaire. Je trouvais plus naturel de les attribuer à certaines variations fonctionnelles de ce muscle, et en rapport avec les différentes quantités de travail qu'il peut avoir à remplir.

Nous savons que le muscle ciliaire est le facteur actif de l'accommodation. Le cristallin joue un rôle purement passif. La contraction du muscle relâche la zonule de Zinn, et le cristallin, que la tension de cette membrane maintenait aplati, prend aussitôt une forme plus convexe. Nous savons également que les anomalies de la réfraction sont principalement causées par des changements dans la longueur de l'axe optique, il est fort rare qu'elles dépendent de variations dans la courbure de la cornée et du cristallin. Les recherches bien connues de Arel et de Donders sur les yeux myopes et hypermétropes, recherches confirmées depuis par un grand nombre d'examens anatomiques et de mensurations ophthalmométriques, ont établi ce fait comme une règle presque sans exception.

Si nous supposons donc que la puissance dioptrique du milieu réfringent est la même dans tous les yeux, et que les anomalies de la réfraction dépendent entièrement de la position de la *fovea centralis*, relativement au foyer de l'appareil dioptrique, nous comprendrons aussi que le muscle ciliaire, pour fonctionner chez le myope et chez l'hypermétrope, doit accomplir des quantités de travail tout à fait différentes. En effet, tandis que chez le myope le muscle ciliaire reste inactif tant que les objets en vue sont situés entre l'infini et le punctum remotum, l'hypermétrope, au contraire, doit le contracter, quelle que soit la distance de cet objet, s'il veut de celui-ci percevoir une image nette. On pourrait donc s'attendre, d'après un emploi si inégal de la force du muscle chez le myope et chez l'hypermétrope, à trouver aussi une

inégalité correspondante dans son développement, et croire que son inaction doit entraîner l'atrophie chez l'un et une activité exagérée de l'hypertrophie chez l'autre. Nous allons chercher à constater si l'observation confirme ou non ces hypothèses.

DU MUSCLE CILIAIRE DE L'ŒIL DES MYOPES.

Nous commencerons par l'étude du muscle ciliaire dans l'œil myope. J'ai eu l'occasion d'examiner douze de ces yeux qui présentaient au plus haut degré l'allongement de l'axe optique. Le plus court mesurait 28 millimètres, le plus long 34. Les recherches d'anatomie à l'œil nu ne répondaient nullement à mon attente, je ne trouvais aucune atrophie du muscle ; au contraire, il me paraissait, d'une façon très-appréciable, plus épais et plus large qu'à l'état normal. Il présentait en outre cette particularité, que, comparé à celui d'un œil emmétrope, la partie la plus épaisse paraissait située plus en arrière que chez ce dernier. Cherchant alors dans les descriptions plus anciennes, je trouvai que Arlt assignait au muscle ciliaire du myope une épaisseur de 2,5 à 1/2 millimètre, dimension par conséquent sensiblement plus forte que dans l'œil emmétrope. Donders, dans ses recherches sur le même sujet, dit que chez le myope le muscle ciliaire, formé, à son origine par des fibres d'apparence vitreuse, minces et allongées, venant de la membrane de Descemet, commence plus loin, du bord de la cornée, que dans l'œil normal, mais qu'il s'étend aussi plus en arrière. Il ajoute, en outre, que le muscle ciliaire est aplati, et plus ou moins atrophié ; je n'ai pu jusqu'ici constater ce fait. Dans toutes mes recherches sur les yeux myopes, je l'ai trouvé constamment plus épais et plus large qu'à l'état normal. Mais il va de soi que dans cette question les recherches à l'œil nu ne peuvent nous suffire. Il était en effet possible qu'ici l'accroissement du muscle fût occasionné par l'hypertrophie du tissu cellulaire ayant pris la place du tissu musculaire atrophié ; j'espérais même, je l'avoue, confirmer cette idée par les recherches microscopiques.

Mais le résultat fut tout autre : dans aucun cas, le tissu cellulaire n'était hypertrophié, et l'augmentation de la masse tenait uniquement à l'hypertrophie en longueur et en largeur des faisceaux musculaires. Un examen précis le montrait nettement. On sait d'après les travaux de Schultze, confirmés depuis par Rollet et par moi, que le muscle ciliaire sur une coupe méridienne de l'œil présente la forme d'un triangle dont le côté antérieur et le côté extérieur forment un angle droit (fig. 1) ; chez le myope, ce même

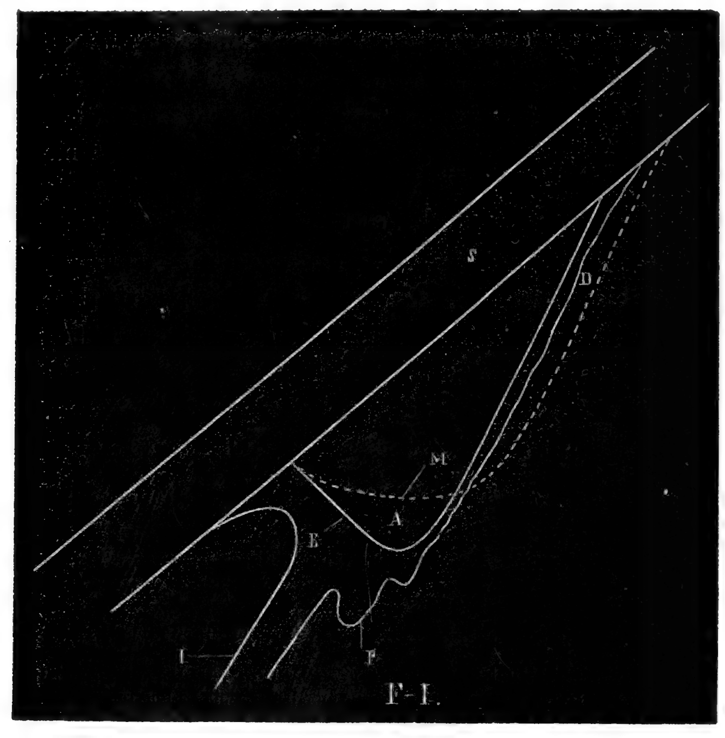


FIG. 1. — Figure schématique.

S, sclérotique ; P, procès ciliaire ; F, ligne noire unie représentant la coupe du muscle chez l'emmétrope ; M, ligne ponctuée indiquant la coupe du muscle chez le myope ; A, triangle des fibres circulaires de l'emmétrope qui manquent chez le myope ; I, iris.

angle est aigu, parce que le côté antérieur n'est pas perpendiculaire sur le côté extérieur, mais bien incliné obliquement en arrière.

Par suite de cette disposition, tout le triangle A manque chez le

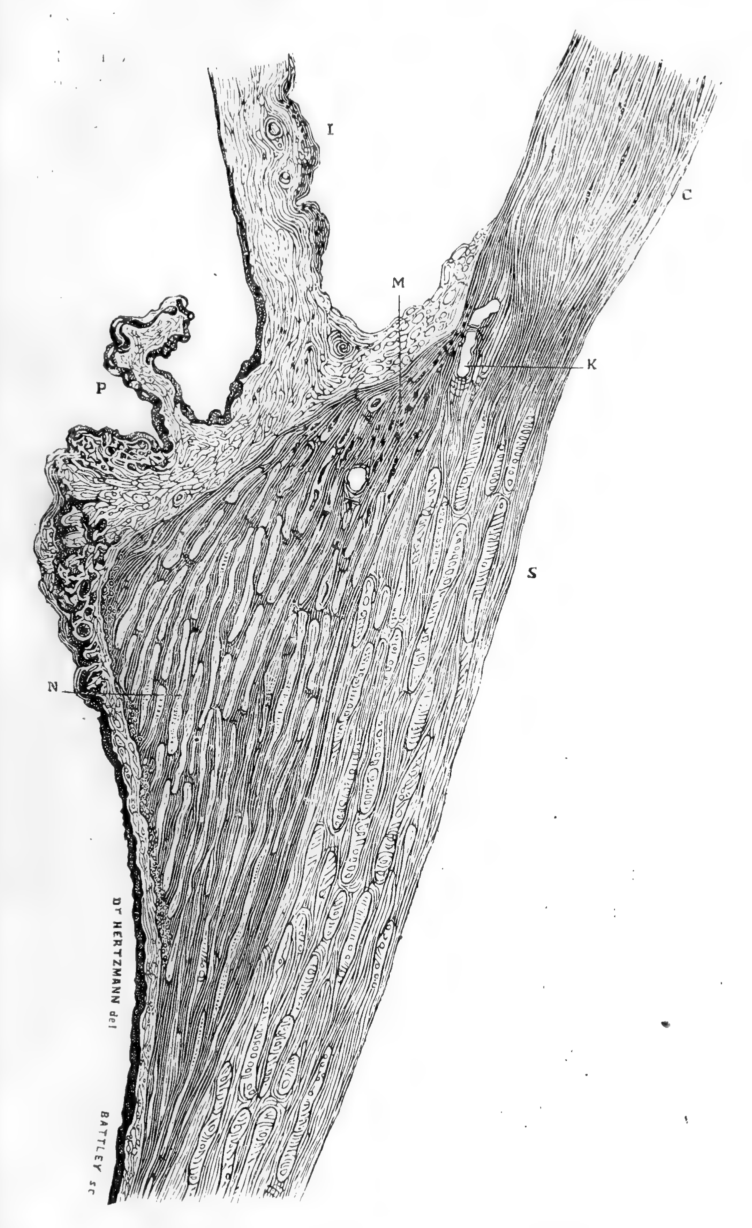


Fig. 1 *bis*. — Muscle ciliaire chez un myope.

M, fibres circulaires en très-petit nombre et atrophiées ; N, fibres longitudinales hypertrophiées ; C, cornée ; S, sclérotique ; I, iris ; K, canal ou mieux plexus veineux de Schlemm ; P, procès ciliaires M, portion circulaire du muscle ciliaire ; N, portion radiée du muscle ciliaire.

myope. D'un autre côté, les recherches de Müller, Arlt, Schultze ont montré que c'est précisément dans ce petit triangle antérieur que se trouvent chez l'emmétrope les faisceaux circulaires des fibres musculaires. On pourrait dès lors se demander si ces dernières manquaient tout à coup chez le myope, ou si elles se trouvaient simplement déplacées en arrière. En examinant avec soin, je trouvai seulement dans quelques yeux quelques petits faisceaux rudimentaires de ces fibres qui étaient situés en partie dans l'angle antéro-interne, en partie à la surface interne du muscle; ces derniers n'étaient autres que ceux que Schultze a déjà décrits. Chez le myope, le muscle ciliaire tout entier est composé de fibres musculaires dirigées d'abord parallèlement à la surface scléroticale, dans les directions méridiennes de l'œil, puis se recourbant de plus en plus en forme d'axe, et s'anastomosant entre elles au fur et à mesure qu'elles se rapprochent de la face interne du muscle. Je n'insisterai pas plus longtemps sur la description de cet arrangement des fibres, on la comprendra facilement en jetant un coup d'œil sur la figure 1 *bis*, qui a été dessinée par le docteur Heilzmann.

Les hypothèses que nous avions faites en nous fondant sur les théories de l'accommodation ne sont donc confirmées d'aucune manière. Bien plus, tandis que nous n'avions aucun motif de croire à une différence *qualitative* de structure entre le muscle du myope et celui de l'hypermétrope, nous en avons trouvé une, et très-grande au moins chez le myope relativement à l'emmétrope. Le muscle du myope est presque entièrement formé par la partie décrite par Bowman et Brucke, tandis qu'il existe à peine des traces de celles de Arlt et de Müller.

DU MUSCLE CILIAIRE DE L'ŒIL DES HYPERMÉTROPES.

Chez l'hypermétrope, la structure du muscle ciliaire est tout à fait différente. Dans tous les yeux que j'ai examinés, l'hypertrophie était évaluée après la mort d'après la longueur de l'axe optique, qui sur quatre yeux variait entre 19 et 22 millimètres (1); quant à l'âge des sujets, il était compris entre 40 et 45 ans.

(1) Il y a dans l'original 20 millim., mais c'est une faute.

Sur la section horizontale des yeux hypermétropes comparée à la section correspondante des yeux myopes, on pourrait déjà voir au premier abord une grande différence. Tandis que chez le myope le muscle était plus épais et déplacé en arrière, chez l'hypermétrope au contraire, il était sensiblement plus mince et porté en avant, sa partie antérieure semblait développée aux dépens de la postérieure. Cette différence n'était pas produite par l'arrangement et la disposition des procès ciliaires, mais bien par la struc-

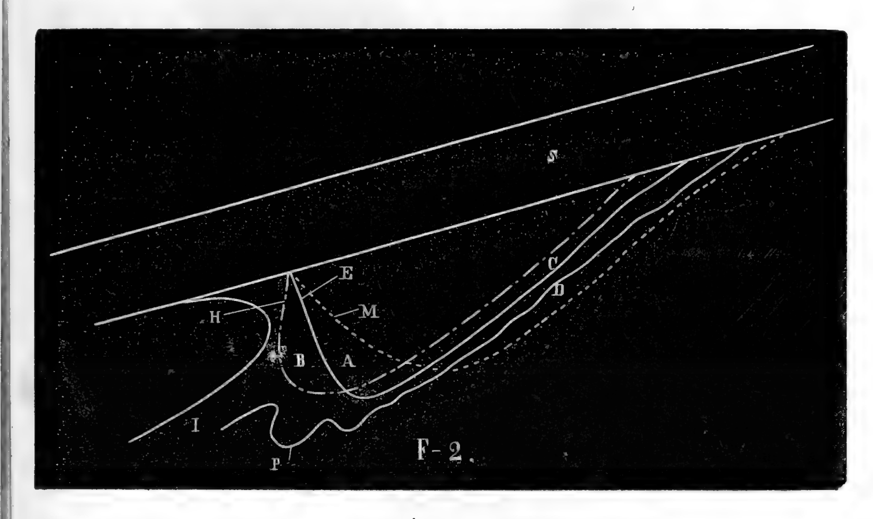


Fig. 2. — Figure schématique.

S, sclérotique ; P, procès ciliaire ; M, ligne ponctuée indiquant la coupe du muscle chez le myope ; F, ligne noire indiquant la coupe du muscle chez l'emmétrope ; H, lignes interrompues indiquant la coupe du muscle chez l'hypermétrope ; A, triangle des fibres muscles circulaires qui manquent chez le myope ; triangle des fibres circulaires qui est surajouté chez l'hypermétrope.

ture particulière du muscle même. L'examen microscopique le montrait d'une façon très-nette. Revenons encore une fois au triangle de Schultze, nous verrons alors que chez l'hypermétrope l'angle artéro-externe n'est pas aigu comme chez le myope, ni droit comme chez l'emmétrope, mais au contraire nettement obtus (fig. 2).

De telle sorte que, relativement à l'emmétrope, le triangle B tout entier paraît surajouté à la partie antérieure, et les deux triangles A, B relativement, à l'œil myope. Nous savons déjà que c'est dans

le triangle A que se trouvent chez l'emmétrope les fibres circu-



Fig. 2 *bis*. — Muscle ciliaire chez un hypermétrope.

M, fibres circulaires très-nombreuses, hypertrophiées ; N, fibres longitudinales en petit nombre et atrophiées Le reste de l'explication comme à la fig. 1 *bis*.

laires, que chez le myope où ce triangle manque, les fibres circulaires manquent aussi. D'après cela, nous pouvions nous attendre à trouver chez l'hypermétrope, dans tout le triangle B, des fibres circulaires, et c'est en effet ce que les recherches microscopiques ont confirmé.

Examiné sur une coupe méridienne, plus du tiers de la partie antérieure du muscle était formé par des fibres circulaires perpendiculairement coupées. Elles étaient groupées là en faisceaux isolés, très-rapprochées les unes des autres, qui ne commençaient à s'anastomoser avec les fibres longitudinales que vers la partie postérieure. En outre, la surface interne tout entière était aussi formée de fibres circulaires, coupées transversalement. Dans ce triangle postérieur beaucoup plus petit que chez l'emmétrope, se trouvaient les fibres longitudinales. Cette disposition ressort clairement de la figure 2 *bis* dessinée par le docteur Heilzmann sur un œil dont l'axe optique avait 19 millimètres de longueur. On peut observer en outre le développement normal des fibres musculaires circulaires aux dépens des longitudinales. Nous venons de montrer, comme on peut le voir dans cette figure schématique, que chez l'hypermétrope l'épaisseur du muscle est sensiblement moindre que chez l'emmétrope, tandis qu'au contraire, chez le myope, toute la partie D (fig. 2) paraît surajoutée. Nous pouvons nous assurer qu'il en est de même pour la longueur, qui, chez l'emmétrope est plus grande que chez l'hypermétrope et moindre que chez le myope. J'ai eu plus tard l'occasion de confirmer par un grand nombre de recherches ce résultat, que j'avais déjà trouvé sur 12 yeux myopes et 4 hypermétropes.

CONCLUSIONS ET REMARQUES PHYSIOLOGIQUES SUR LES FAITS PRÉCÉDENTS.

Contre toute attente, il est donc démontré que la différence qui existe entre le muscle du myope et celui de l'hypermétrope est plutôt qualitative que quantitative. Chez le myope, ce n'est pas le muscle qui est atrophié, ce sont seulement ses fibres circulaires, et en revanche les longitudinales sont fortement hypertro-

phiées. Chez l'hypermétrope au contraire, nous trouvons aussi une partie hypertrophiée, mais ce sont ici les fibres circulaires.

Dès lors, on pouvait peut-être conclure qu'une différence qualitative dans la structure du muscle devait aussi correspondre à une différence *qualitative* de fonction ; et se demander si malgré les objections qu'on a élevées contre la théorie de l'accommodation négative, cette disposition anatomique ne plaidait pas en sa faveur. Beaucoup d'auteurs ont déjà émis l'opinion d'une fonction antagoniste, entre les faisceaux circulaires et les faisceaux longitudinaux, les premiers serviraient à produire l'accommodation positive, les seconds l'accommodation négative. Il me paraît peu probable qu'il y ait encore aujourd'hui des physiologistes qui admettent l'accommodation négative, car jusqu'ici toutes les expériences plaident pour le contraire. Les travaux de Henke entrepris dans le but de démontrer son existence par l'anatomie n'ont donné aucun résultat. Néanmoins nous n'avons aucune raison péremptoire pour la repousser, au moins chez le myope. Car si chez l'hypermétrope, grâce à la conformation de son œil, les rayons parallèles vont déjà former foyer en arrière de la rétine, ceux qui viendront des points plus rapprochés auront à plus forte raison de la tendance à aller former foyer encore plus loin, par conséquent, s'il veut voir nettement, il ne pourra disposer de son muscle ciliaire que pour diminuer la distance focale de son cristallin, et chez lui l'accommodation négative n'a aucun sens. Mais chez le myope, au contraire, par suite de l'allongement de l'axe optique, les rayons parallèles forment foyer au devant de la rétine. Aussi, dans l'intérêt de la vision distincte, le myope doit pour ainsi dire augmenter la distance focale de son cristallin, et transporter son foyer plus en arrière. Il ne serait donc pas déraisonnable de supposer qu'il peut reculer les limites de son punctum remotum. Beaucoup de myopes parviennent à voir d'une manière satisfaisante les objets éloignés, qui se peignent d'une façon confuse sur la rétine, en fermant plus ou moins les paupières et diminuant ainsi leurs cercles de diffusion. A cela s'ajoute l'habitude de l'interprétation psychique des images confuses, qui chez eux se fait beaucoup mieux que chez les autres personnes. Mais il

reste à savoir si réellement chez eux le reculement du punctum remotum, et l'activité effective du muscle ciliaire sont aussi en cause. D'après les détails dans lesquels nous venons d'entrer, on voit que c'est principalement chez les myopes que les partisans de l'antagonisme des deux portions du muscle ciliaire pourraient invoquer mes recherches en faveur de l'accommodation. Et comme les faisceaux longitudinaux sont hypertrophiés chez ce dernier, ils seraient bien tentés de conclure, au moins dans ce cas, à son existence. Mais les faits eux-mêmes repoussent cette hypothèse, puisque justement la caractéristique de la myopie consiste à ne pas voir d'une manière nette les objets situés au delà du punctum remotum.

La différence qualitative de structure du muscle ciliaire a une tout autre importance, elle explique les divers modes du *mécanisme* de l'accommodation chez le myope et chez l'hypermétrope.

Le développement considérable, chez l'hypermétrope, des fibres circulaires de la partie antérieure fait que, lorsqu'elles se contractent, elles déterminent la direction générale suivant laquelle le muscle tout entier agira. En effet, elles servent alors de point d'appui aux autres faisceaux, de telle sorte qu'à chaque instant de l'accommodation ces dernières venant aussi à se contracter, la masse totale du muscle est entraînée vers ce point fixe pour ainsi dire physiologique.

Le point fixe anatomique, où les fibres longitudinales prennent leur origine, et qui est situé à la face interne du plexus de Schlemm, a aussi une influence sur la direction de la contraction totale du muscle. En effet, les faisceaux circulaires, en se contractant, attirent le muscle vers l'axe optique, les fibres longitudinales au contraire, l'attirant vers le canal de Schlemm, la direction finale de la contraction sera déterminée par la diagonale du parallélogramme construit sur ces deux forces (fig. 3). La direction de cette résultante sera évidemment tout à fait différente chez le myope et chez l'hypermétrope. Les fibres circulaires de l'œil myope étant fortement atrophiées, le côté du parallélogramme qui est dirigé vers l'axe optique, sera très-petit relativement au côté qui est parallèle à la sclérotique, et par conséquent, la résultante sera aussi presque

complétement dirigée en avant, et seulement très-légèrement vers la partie interne de l'œil.

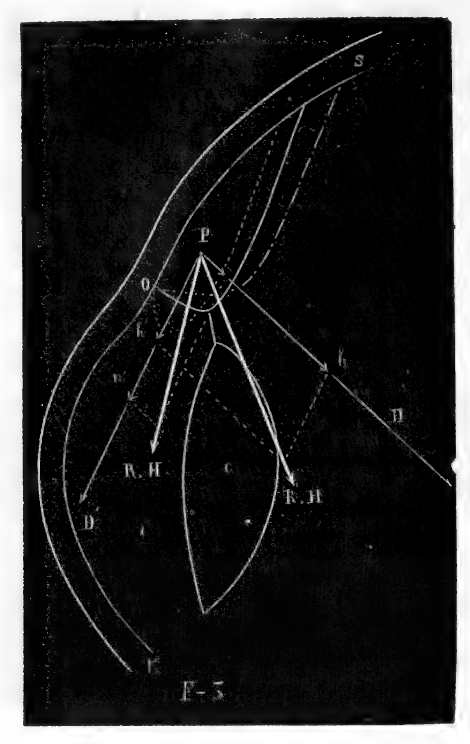


Fig. 3. — Figure schématique.

P, un point du muscle; P *d*, direction dans laquelle agit la contraction des fibres musculaires; P*d'*, direction dans laquelle agit la contraction des fibres longitudinales; P*h*, ligne qui représente en grandeur et en direction l'action des fibres circulaires chez l'hypermétrope; P*h'*, ligne qui représente en grandeur et en direction l'action des fibres longitudinales; R,H, résultante qui représente en grandeur et en direction l'action du muscle chez l'hypermétrope; de même pour M*m*, M*m'*, chez le myope, et R,H, représente chez lui, en grandeur et en direction, l'action du muscle; C, cristallin; S, sclérotique; K, cornée.

Chez l'hypermétrope au contraire, ce sont les fibres circulaires qui ont la plus grande puissance; par suite, la ligne qui représente la mesure de leur force sera très-longue relativement à celle qui mesure la force des fibres longitudinales; la résultante sera donc ici dirigée, moins en avant, mais beaucoup plus en dedans. Nous voyons donc ainsi clairement, que le relâchement de la zone de Zinn, qui est en définitive le résultat de la contraction du muscle tout entier, se fera beaucoup mieux

chez l'hypermétrope que chez le myope. Bien plus, chez ce dernier, ainsi que cela résulte du parallélogramme des forces, le muscle par ses contractions exerce sur la choroïde des tractions beaucoup plus fortes que celles qui ont lieu chez l'hypermétrope, et il devient réellement ici, dans toute l'acception du mot, tenseur de cette menbrane. Comme tenseur de la choroïde, ce muscle, aura sur la tendance au déplacement de ces deux points fixes d'origine, une action proportionnelle au travail qu'il exécutera.

Mais où trouvons-nous ces deux points fixes d'origine? l'un est situé au point de renforcement du muscle, près du canal de Schlemm, l'autre se trouve à l'extrémité opposée de l'œil, autour de l'entrée du nerf optique. Il est donc d'après cela fort possible, que les tractions exercées sur ce dernier point aient à leur tour une grande influence sur la production de la scléro-choroïdite postérieure qu'on rencontre habituellement chez les myopes.

Le professeur Horner, bien qu'ignorant la particularité de structure du muscle ciliaire chez le myope que je viens de décrire, avait déjà émis l'opinion, que le développement du staphylôme postérieur était en rapport direct avec la fonction de l'accommodation.

Mais s'il en est réellement ainsi, nous devons avoir sur la rétine, au pourtour du staphylôme, des altérations provoquées aussi par ce mode de développement. La rétine, en effet, est habituellement, en cet endroit, fortement unie à la choroïde; si cette membrane est entraînée dans la direction du muscle ciliaire, il est clair que les extrémités des fibres radiées de la rétine, qui sont unies avec elle par leurs extrémités externes, devront aussi être entraînées dans la même direction. De telle sorte que ces fibres auront une direction oblique, l'extrémité externe étant dirigée en avant, et l'interne en arrière vers l'entrée du nerf optique. Horner a précisément rencontré cette disposition des fibres radiées, sur une coupe perpendiculaire de la rétine et de la choroïde. J'ai eu moi-même l'occasion de la démontrer sur deux yeux myopes.

SUR LA FORMATION DES TROIS TYPES DU MUSCLE CILIAIRE.

Il me reste encore un mot à dire sur la manière dont je comprends la formation de ces trois types du muscle ciliaire. On comprend qu'elle dépend avant tout d'une influence héréditaire qui peut se transmettre pendant plusieurs générations.

Le muscle ciliaire normal est le muscle de l'emmétrope. Chez lui, la longueur de l'axe optique correspond exactement à la distance focale de son appareil dioptrique, qui est de 25 millimètres, par exemple, pour la désigner par un nombre rond. C'est ainsi qu'est constitué l'œil humain, normal et emmétrope. Mais il peut arriver que dans un tel œil, toutes les autres parties restant les mêmes, la longueur de l'axe optique soit un peu changée et qu'au lieu de 25 millimètres, on trouve dans un cas 26, et dans l'autre 24 millimètres. Dans le premier cas, nous avons affaire à un œil légèrement myope ; dans le second, à un œil légèrement hypermétrope.

Nous avons déjà dit, que chez le myope, pendant la vie, le muscle ciliaire est habituellement inactif, fonctionnant moins souvent, il est naturel qu'il s'atrophie. Mais à présent, on peut se demander pourquoi ce n'est pas le muscle tout entier, ni ses fibres longitudinales qui s'atrophient, mais seulement les fibres circulaires. Dans toutes les recherches sur les animaux que j'ai faites avec Rollet, nous avons constamment trouvé, excepté chez le porc, le muscle ciliaire constitué par les fibres longitudinales seules. Et de tous les animaux, le singe seul possède des fibres circulaires parfaitement développées. Nous voyons donc, d'après cela, que ce sont les faisceaux longitudinaux qui forment la base primordiale du muscle, les circulaires paraissent être surajoutés dans les classes élevées, pour faciliter la fonction de l'accommodation. Aussi dans les cas d'inactivité, ce sera cette partie accessoire qui naturellement commencera à s'atrophier avant tout autre.

Une fois commencée, cette atrophie, qui s'est d'abord produite sous l'influence d'un allongement héréditaire de l'axe optique, se développe de plus en plus. Or, dans cet état, le muscle se trans-

forme de plus en plus en muscle tenseur de la choroïde, et il augmente alors de son côté l'allongement pathologique de l'axe optique. Les conditions de la vue, changeant avec la civilisation, exigent des yeux développés sur ce type une grande activité dans l'accommodation, de telle sorte que les fibres longitudinales, qui restent presque seules, sont obligées de s'hypertrophier pour satisfaire à cette quantité de travail exagéré. Le muscle devenu tenseur de la choroïde, entraîne alors toute une série de nouveaux phénomènes pathologiques, qui constituent le développement de la myopie progressive. Nous assistons ici à un cercle vicieux complet, dans lequel un fait d'abord accidentel finit par devenir la cause de certains désordres; ces désordres à leur tour retentissent sur la cause première qui les a produits, exagèrent son action, et ainsi de suite.

Il n'est nullement besoin, je pense, de s'étendre sur la manière dont le muscle de l'emmétrope peut, quand il existe un raccourcissement accidentel de l'axe optique, se transformer aussi chez l'hypermétrope. Ce dernier, grâce à l'hypertrophie des fibres circulaires, arrive à son but, qui est de donner au cristallin une forme convenable pour que les images des objets soient au foyer sur la rétine, en exerçant sur la choroïde les plus faibles tractions possibles. Et elles sont en réalité d'abord presque insignifiantes. Mais pourtant, si les quantités de travail qu'exige l'accommodation sont trop considérables, il peut se développer aussi chez l'hypermétrope un staphylôme postérieur. En effet, l'axe optique s'allonge alors un peu, l'œil devient emmétrope, et si les quantités de travail qu'on exige de lui continuent à être considérables, l'axe optique s'allonge de plus en plus. Alors apparaissent aussi la myopie, et la série des phénomènes pathologiques qui l'accompagnent.

LA DIGITALE ET LE POULS

D'APRÈS LES TRAVAUX MODERNES

Par M. le Dr Paul LORAIN
Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris,
Médecin de l'hôpital Saint-Antoine (1).

On a toujours reconnu que la digitale ralentissait le pouls. Les auteurs modernes sont tous d'accord sur ce point, du moins pour les cas où la digitale est administrée à doses thérapeutiques. Seulement il faut noter, comme Beddoes, que le pouls ralenti est facile à accélérer si l'on ne tient pas le malade au repos. Sanders, puis Bouley et Reynal (2) et d'autres observateurs, ont dit que le premier effet de la digitale était d'accélérer le pouls.

Traube a expliqué cette contradiction apparente, en montrant que la digitale à dose toxique accélérait, et qu'à doses modérées elle ralentissait les mouvements du cœur; elle les ralentit aussi dans l'empoisonnement, mais c'est consécutivement à une paralysie toxique du système nerveux.

La forme du pouls a été étudié à l'aide des appareils enregistreurs, ainsi que la tension du sang. (Traube.)

M. le docteur Legroux (3) a demandé au sphygmographe la solution de plusieurs questions concernant les effets de la digitale. Il emprunte à M. le docteur Siredey un tracé dont il décrit ainsi les caractères : Après l'administration de la digitale pendant plusieurs jours, la ligne d'ascension du pouls devient courte et oblique; le sommet s'arrondit et la ligne de descente s'allonge beaucoup,

(1) Ce travail est détaché d'un livre étendu que M. Lorain va publier à la librairie J. B. Baillière et fils sous le titre suivant : *Études de médecine clinique faites avec l'aide de la méthode graphique et des appareils enregistreurs*: le pouls, ses variations, ses formes diverses, ouvrage accompagné de près de 500 figures. Nous devons à MM. J. B. Baillière et fils, communication des dessins que nous reproduisons.

(2) Bouley et Reynal, *Recueil de médecine vétérinaire*, 3e série, 1849, t. IV, p. 297.

(3) A.-C. Legroux, *Essai sur la digitale et son mode d'action*. Thèse de doctorat. Paris, 1867.

en même temps qu'elle oblique davantage ; cela indique une tension artérielle forte. M. le docteur Legroux conclut ainsi : « Si à dose toxique la digitale agit directement sur le cœur, il semble qu'à doses thérapeutiques elle excite primitivement la contractilité des vaisseaux capillaires, et n'influence que secondairement le centre circulatoire, en rétablissant l'équilibre de la circulation... ; la digitale serait donc excitante et tonique. »

M. Bordier, ancien interne de l'hôpital Saint-Antoine, a publié une esquisse sur l'emploi du sphygmographe dans l'étude des agents thérapeutiques, avec 23 tracés de pouls recueillis chez des malades soumis à diverses actions médicamenteuses (1). D'après les idées de M. Bordier, la *digitale* à haute dose agirait primitivement sur le cœur ; à dose fractionnée, la circulation générale serait atteinte d'abord et le cœur ne le serait que secondairement. Quel que soit le moment où l'on examine un malade traité par la digitale, l'élévation de la tension et le ralentissement du pouls sont donc des phénomènes constants. Certaines maladies présentent une tolérance particulière ; c'est lorsqu'une lésion du système circulatoire et surtout du cœur lui-même vient incessamment lutter contre les effets de la digitale, qu'on observe ces effets tardifs. C'est dans ce dernier cas *qu'on peut profiter des renseignements donnés par le sphygmographe* dans la médication par la digitale à dose élevée et unique.

Le *sulfate de quinine* montrerait dans tous les tracés la *tension* proportionnelle à la dose où on l'emploie, et par conséquent une transformation d'une grande amplitude en un petit tracé (?).

La *belladone* augmenterait aussi la tension, et abaisserait le tracé, sans diminuer la fréquence du pouls.

L'*ergot de seigle* et l'*acide arsénieux* agiraient de même que les précédents médicaments, mais avec moins d'intensité.

M. le docteur Constantin Paul a donné en réponse à M. Bordier un mémoire sur le graphique du pouls sous l'action de la digi-

(1) Bordier, *Bulletin de thérapeutique*, 1868, t. LXXIV.

tale, avec des figures sphygmographiques (1). Il étudie la question de la *tension* du sang dans les vaisseaux. Ses tracés sont recueillis dans les cas suivants : alcoolisme, pneumonie, et dans un cas de maladie du cœur. L'auteur pense que la digitale donnée à haute dose diminue la tension artérielle. (La difficulté est de comprendre ce mot de tension et d'apprécier le fait par le sphygmographe. Nous avons écarté ce problème qui n'est pas nettement posé.)

M. Hirtz (2) reconnaît cliniquement que le pouls est plus fort et plus plein et le système capillaire plus vide, quand la digitale agit thérapeutiquement, et que *c'est là le contraire de la fièvre*, d'où la pensée de combattre la fièvre par la digitale. Le même auteur rend très-bien compte, à notre avis, de l'action de la digitale sur le cœur quand il dit, après Vierordt, que le ralentissement du cœur n'est pas synonyme de celui du sang, et, qu'au contraire, quelques contractions énergiques, mais complètes, du cœur se succédant lentement, propulsent plus vite le sang à travers le cercle qu'il doit parcourir.

Les auteurs contemporains se sont plus occupés de l'action de la digitale sur la fièvre, que de ses effets dans les maladies du cœur. Ce sont au contraire ces maladies qui nous ont fourni les observations suivantes (3).

Action de la digitale sur le cœur.

La digitale est le plus puissant des spécifiques pour les maladies du cœur. On l'emploie empiriquement; pourtant de nombreuses tentatives ont été faites depuis quelques années pour en analyser le mode d'action. On a dit depuis longtemps qu'elle agissait surtout comme diurétique. Cela est vrai absolument, et l'on en voit bien la preuve lorsque des malades en

(1) Constantin Paul, *Bulletin de thérapeutique*, 1868, t. LXXIV.

(2) Hirtz, *Nouveau Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques*, t. XI.

(3) On ne trouvera ici aucun renseignement sur l'action de la digitale dans le cours des maladies aiguës. Cette question étant réservée à la seconde partie de notre ouvrage (*Pouls et température comparés*), nous donnons seulement quelques

état d'anasarque recouvrent rapidement, par cette diurèse, une circulation du sang plus facile, en même temps que disparaît leur hydropisie. Nous en avons nous-même fourni des exemples de cette action et tracé dans des tableaux graphiques le rapport entre l'état de la circulation, celui de la fonction urinaire et la décroissance de poids du malade (deuxième partie).

renseignements bibliographiques sur les travaux qui ont été faits depuis quelques années dans le sens du traitement des maladies aiguës par la digitale.

Traube, Mémoire sur les effets de la digitale dans les maladies fébriles (*Deutsche Klinik* et *Annalen des Charité-Krankenhauses*. Berlin, 1850).

Canstatt's, *Jahresb. über die Fortschritte in der gesammten Medicin*. Erlangen, 1853.

Heise, De herbæ, digitalis in morbibus febrilibus chronicis adhibitæ vi antiphlogisticæ. Diss. inaug. Berolini, 1852.

Kulp. De herb. digit. in febribus infl. usu. *Id*. Berolini, 1852.

Ces deux derniers auteurs sont élèves de Traube.

Duclos (de Tours), Recherches sur l'action de la digitale dans la pneumonie. Tours, 1856.

Wunderlich, De l'utilité de l'administration de la digitale dans la fièvre typhoïde (*Archiv der Heilkunde*. Leipzig, 1852. Analysé in *Arch. de médecine*, 1862).

Hirtz (de Strasbourg), *Bulletin de thérapeutique*, 1862, 1864. Le résumé des travaux précédents est fait avec une grande impartialité par M. Hirtz, dans l'article DIGITALE du *Nouveau Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques*. Paris, 1869, t. XI.

Winogradoff, *Archiv für pathol. Anatomie*, 1861.

Coblentz, De l'emploi de la digitale comme agent antipyrétique. Thèse. Strasbourg, 1862.

Thomas (de Leipzig), *Ueber Wirksamkeit der Digitalis* (*Archiv der Heilkunde*, 1865).

Lœderich, Digitale dans la fièvre typhoïde. Thèse de doctorat. Strasbourg, 1865, n° 815.

Dartelle, de la digitale dans le traitement du rhumatisme articulaire aigu. Thèse de doctorat. Paris, 1866.

Gallard, Emploi de la digitale à haute dose dans la pneumonie (*Bull. de thérap.*, 1866).

Oulmont, De la digitale et de son action thérapeutique dans le rhumatisme articulaire aigu (*Bull. de l'Acad. de méd.*, 1867, t. XXXII; *Bull. de thérap.*, 1867).

Legroux. Thèse. Paris, 1867.

Lelion. *Id*. *Id*.

Legros. *Id*. *Id*.

Bordier, *Bulletin de thérapeutique*, 1868.

C. Paul, *id*. *id*.

Hankel (Ernest), De l'utilité de l'emploi de la digitale dans la fièvre typhoïde, *Archiv der Heilkunde*, 1869.

Voyez la bibliographie complète dans la thèse de Legroux et dans le *Nouveau Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques*, article DIGITALE, 1869.

Mais là ne se borne pas l'action de la digitale; il y a beaucoup à dire sur ce sujet. Sans vouloir formuler en aphorismes les résultats des observations nombreuses qui ont été faites par différents auteurs, nous donnons simplement ici la preuve que la digitale a plusieurs effets bien distincts, suivant les cas.

Nous pourrions résumer les observations qui suivent en disant que la digitale a deux effets :

1° Elle ramène la force du cœur, et en ralentit et régularise les battements lorsqu'elle est administrée avec modération ;

2° Trop de digitale trouble le cœur.

Un homme, âgé de soixante-dix ans et atteint d'une insuffisance mitrale avec anasarque, fut soumis à l'usage de la poudre de digitale à doses modérées (0 gr.,15 par jour); son pouls était d'abord fréquent et faible avec les irrégularités propres à l'insuffisance mitrale.

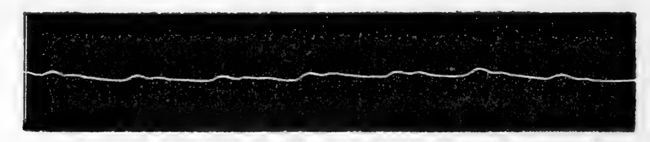


Fig. 1. — Insuffisance mitrale.

Après quatorze jours de l'emploi de la digitale, l'anasarque en partie disparu, et l'excrétion urinaire était en moyenne de 3 litres; la circulation se faisait plus facilement; le pouls, sans avoir perdu le caractère propre à la maladie du cœur (irrégularité) avait pris de la force et était devenu moins fréquent.



Fig. 2. — Pouls agrandi par la digitale.

Quelques jours après, les battements étaient régularisés.

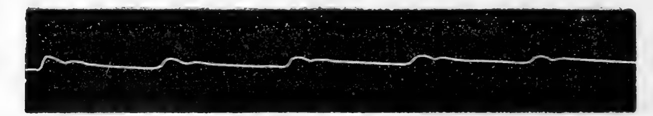


Fig. 3. — Pouls régularisé par la digitale.

Jusque-là on peut dire que l'action de la digitale est absolument utile et irréprochable; mais son action prolongée, surtout si l'on force la dose, amène un ralentissement du pouls exagéré; on descend à 32 pulsations par minute.



Fig. 4. — Ralentissement excessif par la digitale.

Cette excessive lenteur est connue de tous les observateurs; mais ce que l'on sait moins, c'est qu'elle est plus apparente que réelle. D'abord il faut savoir qu'elle n'est pas fixe, et que ce pouls si lent peut devenir fréquent d'un moment à l'autre, sous l'influence de la moindre perturbation et même sans cause connue; ce n'est donc pas là une lenteur réelle, définitive, stable.

Une particularité importante peut être mise ici en lumière; le doigt placé sur l'artère ne perçoit et ne compte que 32 pulsations; mais si l'on ausculte le cœur en même temps que l'on tâte le pouls, on est étonné de trouver le sens de l'ouïe en désaccord avec le sens du toucher; celui-ci compte 32 pulsations et l'oreille compte 64 systoles du cœur, juste le double. Il est vrai que sur deux systoles, il y en a une forte, et qui produit tout son effet; l'autre faible et avortée qui produit un si faible déplacement du pouls, que le doigt ne le peut sentir. Nous avons fait cette observation un grand nombre de fois et sur des malades différents. Ce que le doigt ne sent pas, le tracé sphygmographique le rend sensible à l'œil. Si l'on regarde attentivement le tracé qui précède et qui accuse une grande lenteur, on reconnaîtra un léger soulèvement entre les battements largement tracés; c'est ce léger soulèvement qui marque la petite systole du cœur dont nous parlions.

Sur un des tracés qui suivent, cette disposition appartient plus nettement et de façon à ne laisser aucun doute (fig. 5).

Dans les cas ordinaires, on n'a point l'occasion de faire de semblables observations, surtout si l'on donne la digitale pendant

peu de temps et à doses modérées; alors on observe simplement un certain degré de ralentissement avec accroissement de l'amplitude.

Le grand ralentissement du pouls n'est pas stable, avons-nous dit. Ainsi, chez un malade âgé de soixante-deux ans et atteint d'insuffisance mitrale, le pouls, avant l'emploi de la digitale, était fréquent et irrégulier.

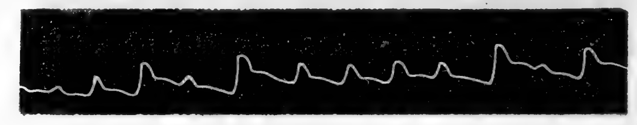


Fig. 5. — Pouls fréquent et irrégulier.

La digitale fut donnée à la dose de 30 centigrammes de poudre pendant plusieurs jours, et le pouls changea complétement de caractère; il devint très-grand et très-lent.

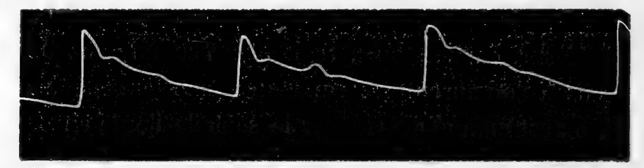


Fig. 6. — Action de la digitale.

Si l'on regarde attentivement et si l'on analyse le tracé qui précède, on verra ce que nous disions plus haut, qu'entre deux grandes pulsations apparaît un léger soulèvement intermédiaire, lequel est produit par la systole avortée du cœur. Il suffisait pour troubler ce ralentissement si peu stable, et détruire cette régularité, de faire marcher le malade.

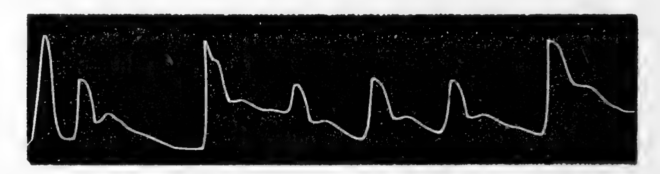


Fig. 7. — Pouls après la marche.

Lorsqu'on observe superficiellement et sans recourir aux mé-

thodes exactes, on ne peut fournir que des résultat fort insuffisants, et l'on s'explique ainsi que tant d'opinions différentes et mêmes contradictoires puissent être émises relativement à des phénomènes objectifs qu'il est si facile de rendre sensibles à la vue et mesurables à l'aide des appareils enregistreurs. Ainsi, il ne devrait plus être question, en une pareille matière, de l'*opinion* ni de l'*autorité* de quelques personnes, mais on devrait mettre les observateurs en demeure de fournir la *preuve* irréfutable des faits qu'ils avancent avec plus ou moins de probabilité. On s'explique, du reste, les divergences d'opinions relatives à l'action de la digitale, le caractère de cet agent thérapeutique étant précisément de donner lieu à des manifestations variées. Il est donc important de déterminer exactement par le graphique ces différences espèces de variations. Dans un procès récent, les savants appelés en témoignage, relativement à l'action de la digitale, ont émis des propositions qui semblaient établir une contradiction entre quelques-uns d'entre eux. On soutenait que la digitale ralentit le pouls, que la digitale accélère le pouls; qu'elle amène des désordres, des irrégularités dans la circulation. Ce qu'il aurait fallu dire, c'est que tous ses effets peuvent se rencontrer sur le même sujet, à quelques moments d'intervalle.

La série qui suit fournit un exemple de ces variations rapides :

Un homme de quarante-cinq ans, affecté d'une insuffisance mitrale, présentait, au moment de son entrée à l'hôpital, le pouls petit, irrégulier et assez fréquent, propre à cette affection.



Fig. 8. — Insuffisance mitrale.

Il fut soumis à l'action de la digitale à la dose de 30 centigrammes de poudre pendant plusieurs jours; son pouls devint très-différent de ce qu'il était auparavant; il fut plus lent, plus régulier: mais on observa en même temps qu'aucun de ses caractères n'était absolument stable, et que le pouls variait d'un

moment à l'autre, d'amplitude, de fréquence, de forme et de régularité ; il descendait du chiffre 70 au chiffre 52, et de celui-ci au chiffre 36 ; tantôt il était régulier et presque normal, tantôt irrégulier ; et lorsqu'il était très-ralenti, on y remarquait les petites pulsations intermédiaires dont nous avons parlé (tous ces tracés furent recueillis en quelques minutes sans que l'instrument enregistreur eût été déplacé).

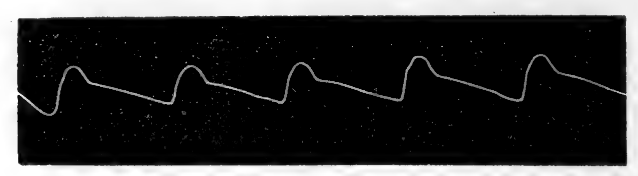


Fig. 9. — Premier tracé : Pouls grand et régulier.

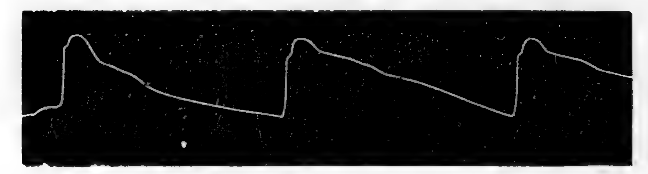


Fig. 10. — Deuxième tracé : Lenteur et grande amplitude.

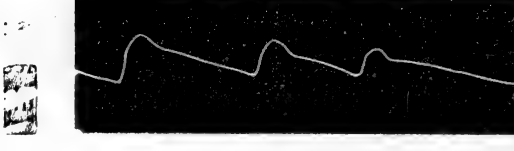


Fig. 11. — Troisième tracé : Irrégularité.



Fig. 12. — Quatrième tracé : Deux minutes après.

Nous croyons devoir multiplier les exemples de ces variations du pouls chez un même sujet soumis à l'action de la digitale.

Un homme âgé de trente ans, et atteint d'une insuffisance mi-

trale, fut soumis à l'action de la digitale ; son pouls, au début, était fréquent et inégal quant à la force des battements.



Fig. 13. — Pouls avant la digitale.

Après une dizaine de jours de traitement, le pouls tombait au chiffre 34, et présentait une notable irrégularité dans le rhythme.

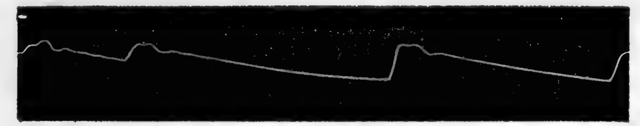


Fig. 14.— Digitale. — Pouls très-ralenti.

Or, le même jour, et à quelques minutes d'intervalle, le pouls changeait complétement de caractère : il était devenu très-régulier et assez fréquent, à tel point qu'on pouvait à peine croire que ces deux tracés provinssent du même individu.

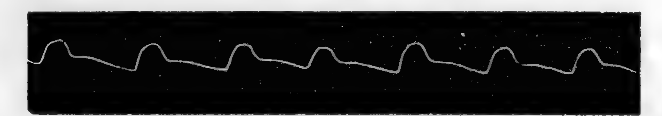


Fig. 15.— Tracé pris le même jour.

Chez ce malade, le grand ralentissement n'était pas constant et régulier ; du reste, il atteignait, par moments, les limites extrêmes ; c'est-à-dire que si toutes les pulsations avaient été aussi lentes, on n'en aurait pas compté plus de 15 ou 20 par minute. Or, dans ce cas il n'y avait point les systoles cardiaques intermédiaires et avortées dont nous avons parlé plus haut ; on s'en assurera par la vue du tracé suivant :



Fig. 16.— Extrême lenteur sans régularité.

Que la digitale trouble le cœur et amène des irrégularités du pouls, cela n'est pas contestable. Cependant le fait est difficile à démontrer sur des malades qui ont déjà une maladie du cœur, parce qu'en général ces maladies s'accompagnent de certains troubles dans la régularité et dans le rhythme (surtout, comme on le sait, dans les cas d'insuffisance mitrale). Il faut donc prendre un sujet qui n'ait pas de palpitations avec intermittences ou irrégularité du pouls, et voir si la digitale amène chez lui ce genre de perturbation. On peut, à la vérité, administrer légitimement la digitale à des malades atteints de fièvre thyphoïde, de pneumonie ou de toute autre maladie aiguë fébrile ; mais nous ne parlerons pas ici de ces cas, et nous nous en tiendrons encore aux affections du cœur traitées par la digitale. Or, dans ces cas mêmes, on peut fournir la preuve du trouble apporté à l'action du cœur par cet agent thérapeutique.

Parmi les formes de cette excitation perturbatrice, nous distinguerons deux catégories :

1° L'irrégularité simple ou inégalité des pauses avec accélération.

2° L'irrégularité régulière ou rhythme géminé : deux pulsations dont la seconde est suivie d'une pause très-longue dans laquelle on peut croire que se confond une systole cardiaque tout à fait avortée.

Dans un cas d'empoisonnement de nature inconnue chez une femme, j'ai pu diagnostiquer l'intoxication par la digitale, grâce à ces troubles caractéristiques du pouls, et l'enquête prouva la réalité du fait. (Voyez plus loin.)

Chez un malade âgé de cinquante et un ans et qui présentait un état d'anémie et d'anasarque, avec un simple dédoublement du premier bruit du cœur à la pointe, sans antécédent rhumatismal, la digitale fut administrée.

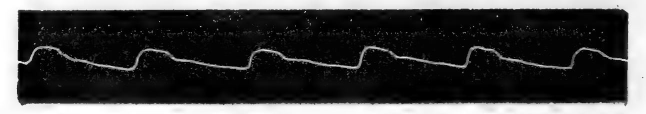


Fig. 17. — Pouls d'un homme de cinquante et un ans.

Le pouls initial, avant l'action du médicament, était régulier, et sans autre caractère qu'un léger degré de sénilité.

Après un usage de plusieurs jours de la poudre de digitale à dose de 30 centigrammmes, le pouls était troublé, tantôt offrant une vitesse ordinaire, tantôt accéléré et irrégulier ou inégal.

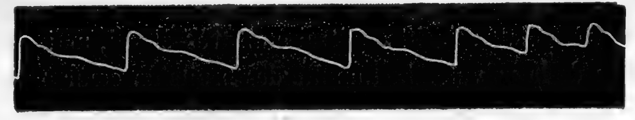


Fig. 18.— Action de la digitale.— Irrégularité du pouls.

Puis apparut le pouls géminé dont la signification est si importante en pareil cas.

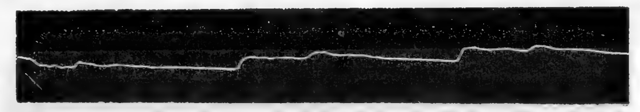


Fig. 19. — Pouls géminé ou bigéminé.

La saturation existait, on cessa l'usage du médicament.

Nous avons rencontré fréquemment le pouls *géminé* ou *couplé*, par suite de l'action de la digitale.

Chez une femme âgée de cinquante-sept ans, et affectée d'insuffisance mitrale, le pouls était fréquent et inégal; l'irrégularité n'y obéissait à aucun rhythme.

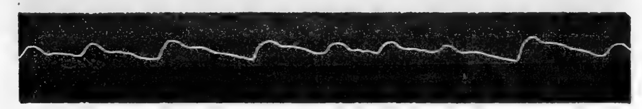


Fig. 20.— Pouls de l'insuffisance mitrale.

La digitale (poudre de feuilles) fut administrée pendant trois jours consécutifs à la dose de 50 centigrammes chaque fois; le pouls fut ralenti, agrandi, et prit le rhythme géminé.

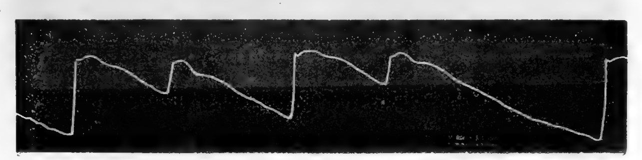


Fig. 21.— Digitale. — Pouls grand et géminé.

Un homme, âgé de quarante-deux ans et affecté d'une maladie du cœur avec anasarque, fut traité pendant plusieurs jours par la digitale à la dose de 25 centigrammes en vingt-quatre heures. L'autopsie montra un état athéromateux très-marqué de l'aorte et des grosses artères ; les valvules sigmoïdes de l'aorte présentaient quelques végétations non indurées ; le cœur était très-hypertrophié et très-dilaté ; l'orifice mitral était très-élargi, mais sans induration de la valvule. Le tumulte des bruits du cœur pendant la vie ne permettait pas de se rendre un compte exact de la nature des lésions par l'auscultation.

Ce qu'il importe de montrer, c'est que le pouls ne présentait d'abord ni irrégularité, ni intermittences ; c'était, à proprement parler, un pouls normal.

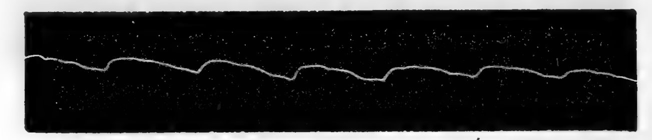


Fig. 22.— Pouls initial.

Après un traitement de quatre jours par la digitale, le pouls était agrandi, sans cesser d'être régulier.



Fig. 23. — Agrandissement par la digitale.

On continua l'administration du médicament, et le septième jour, le pouls présentait l'irrégularité rhythmée, dite géminée.

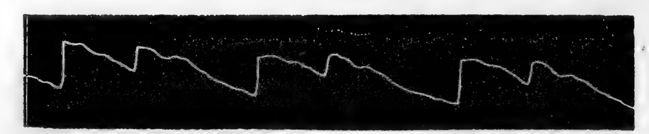


Fig. 24.— Action de la digitale.— Pouls géminé.

En d'autres moments apparaissait le type *trigéminé*.

L'irrégularité du pouls que nous appelons géminée (bi-géminée, Traube) peut se rencontrer quelquefois dans des cas où elle n'est point justifiée par l'état anatomique du cœur, ni par l'absorption de la dose de digitale, nous l'avons rencontrée chez un tuberculeux âgé de cinquante-huit ans.



Fig. 25.

Une femme, âgée de quarante-sept ans, entra à l'hôpital pour une maladie du cœur consistant en une hypertrophie avec souffle au premier temps à la pointe ; elle avait de l'anasarque. On lui administra la poudre de feuilles de digitale à la dose de 40 centigrammes pendant plusieurs jours.

Son pouls, avant l'usage du médicament, ne présentait aucun caractère anomal, il était régulier.



Fig. 26. — Pouls primitif.

La digitale modifia considérablement les tracés ; le pouls fut ralenti, agrandi, et il devint irrégulier. On voit sur les deux tracés qui suivent, la preuve de l'état ataxique et convulsif du cœur.



Fig. 27. — Pouls troublé par la digitale.

Il y a parfois de véritables convulsions du cœur : tantôt ce sont

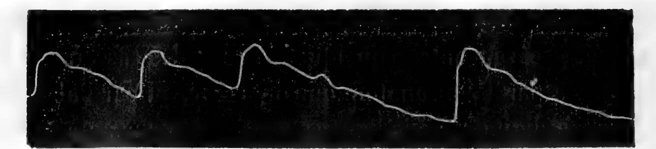


Fig. 28.— Pouls troublé par la digitale.

des contractions précipitées coup sur coup et subintrantes, tantôt un état tonique pendant lequel le tracé descend lentement et très-bas, par la vacuité absolue des artères, ce qui rend plus ample la diastole artérielle qui suit, et plus grand le tracé des pouls. D'autres fois, il y a des systoles cardiaques avortées et à peine indiquées sur le tracé (fig. 28).

Parmi les différentes actions que la digitale exerce sur le pouls, les plus constantes, assurément, sont le ralentissement et l'agrandissement qui ne manquent pas, alors même que les autres feraient défaut. Cet agrandissement des tracés est surtout sensible lorsqu'on emploie la digitale dans le cours d'une maladie aiguë fébrile qui tend déjà à donner plus d'amplitude aux pulsations. Tel est le cas du rhumatisme articulaire aigu.

Chez un jeune homme de dix-huit ans, atteint d'un rhumatisme articulaire aigu, la digitale fut administrée à haute dose (50 centigrammes de poudre par jour, pendant cinq jours). Son pouls avait sous cette influence acquis une amplitude énorme.

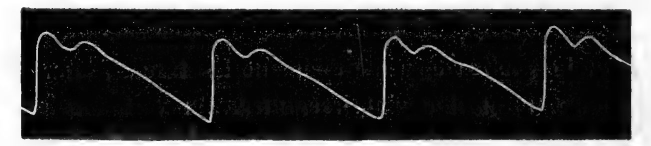


Fig. 29.— Pouls agrandi par la digitale.

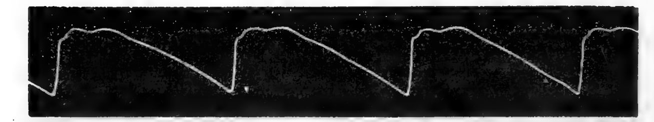


Fig. 30.— Action de la digitale.

Quelques jours après, le pouls était revenu à son volume normal.



Fig. 31.— Pouls normal.

Nous donnons ici plusieurs séries de tracés pris sur des malades chez lesquels la digitale a amené les divers troubles de circulation que nous avons signalés plus haut.

Une femme âgée de trente-neuf ans présentait les signes d'une insuffisance et d'un rétrécissement aortiques. Sur le premier tracé, recueilli avant l'usage de la digitale, on remarquera surtout les signes propres au rétrécissement aortique. (Voyez le chap. du rétrécissement aortique de l'ouvrage de M. Lorain.)

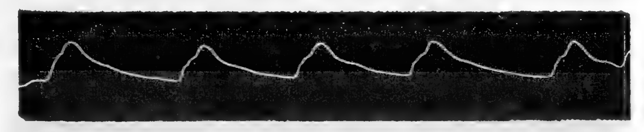


Fig. 32. — Pouls avant la digitale.

Le deuxième tracé montre la force du cœur accrue, l'ascension verticale et le plateau bien formé ; il y a en outre, un ralentissement très-accusé et quelques irrégularités dans la fréquence ; à ce moment, la malade avait pris, pendant trois jours de suite, la poudre de digitale à la dose de 25 centigrammes.

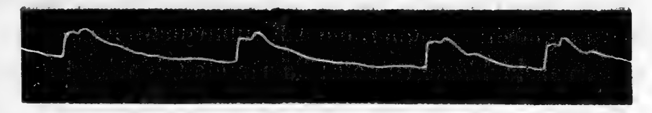


Fig. 33. — Action de la digitale.

Le médicament étant continué, il survint une véritable ataxie du cœur.



Fig. 34. — Ataxie du cœur par la digitale. (Cardiographie.)

Chez un homme atteint d'hypertrophie du cœur avec palpitations, on entendait un souffle peu intense au deuxième temps et à la base; pourtant le pouls n'offrait pas les caractères de l'insuffisance aortique. La fréquence très-grande des pulsations fut calmée par l'administration de la digitale; mais alors survinrent les irrégularités (pouls géminé et trigéminé).



Fig. 35. — Pouls avant la digitale.



Fig. 36. — Pouls après la digitale.

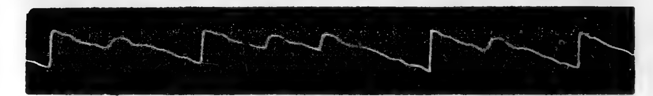


Fig. 37. — Pouls bigéminé et trigéminé.

Nous avons dit que le pouls, dans le cas où la digitale a été administrée, est très-mobile et variable. Il suffit en effet d'une émotion, d'un mouvement violent pour l'accélérer extrêmement et lui faire perdre tous ses caractères spécifiques.

Un malade âgé de quarante-cinq ans, et atteint d'insuffisance aortique (diagnostic clinique), mourut subitement. A l'autopsie, on trouva le cœur doublé de volume; l'aorte était dilatée et fortement athéromateuse; les valvules sigmoïdes présentaient des végétations anciennes et d'autres récentes, et de plus, l'état fenêtré. Pendant la vie, on recueillit plusieurs tracés sphygmographiques. Le malade était en ce moment sous l'influence de la digitale; or, dans la même journée, on obtint des tracés fort différents.

Le premier tracé fut pris alors que le malade venait de marcher; son pouls était très-fréquent et dicrote, semblable à celui d'un fébricitant. Il semblait parfaitement régulier. Cependant si l'on examine le tracé attentivement, on verra que les pulsations

sont un peu inégales, et tendent à se grouper deux à deux. Chacun de ces tracés du pouls est accompagné d'un tracé cardiographique pris au même moment.

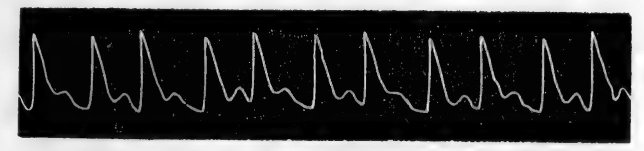


Fig. 38. — Pouls après la marche.

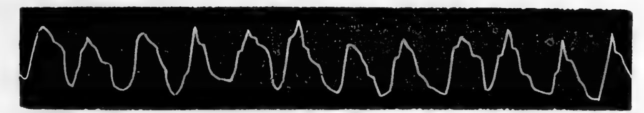


Fig. 39. — Cœur après la marche.

Dans un autre moment, alors que le malade reposait tranquillement dans son lit, le tracé du pouls et celui du cœur donnaient le plus pur type du pouls géminé ou *disystolique*.



Fig. 40. — Pouls.

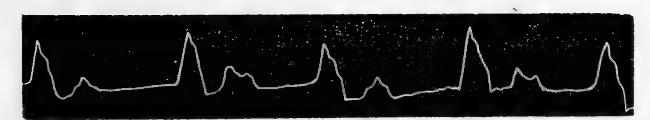


Fig. 41. — Cœur. (Cardiographie.)

Médecine légale (1). — D'après la description donnée par Hirtz, les effets de la poudre de feuilles de digitale à dose toxique seraient les suivants: « Au bout de vingt-quatre à trente-

(1). Nous renvoyons le lecteur, pour la connaissance des effets de la digitale et surtout de la digitaline à doses toxiques, aux remarquables articles DIGITALE du *Dictionnaire de médecine et de chirurgie pratiques*, par M. Tardieu, 1869, et *de l'Étude médico-légale et clinique sur l'empoisonnement*, par M. Tardieu et M. Z. Roussin, 1867. L'observation que nous rapportons ici n'apporte dans la question qu'un élément nouveau : la sphygmographie.

six heures, nausées et vomissements, prostration, pâleur du visage; le pouls devient légèrement intermittent, se précipite au moindre mouvement et, après quelques oscillations, se ralentit de 15 à 20 pulsations. Le pouls reste plusieurs jours ralenti (la température, momentanément abaissée de 1 et 2°, se relève promptement en vingt-quatre heures). Si la dose a été plus forte, les accidents sont plus marqués; tendance à la syncope; le pouls, d'après Traube, descend à 50 et même à 30. La pâleur de la face et la sensation de froid persistent plusieurs jours. »

Dans un cas publié par Oulmont et où la dose était excessive, il y avait douleur de tête, pâleur du visage, vertiges, dilatation de la pupille, *battements de cœur*, forts et énergiques, *pouls fort et dur*, *non dépressible*, *irrégulier*, *intermittent*, de 50 à 38 pulsations.

Un cas d'empoisonnement par la digitale. — Une infirmière âgée de vingt-six ans éprouva, le 10 décembre 1867, les symptômes d'un empoisonnement; elle eut des vertiges, un malaise indéfinissable et elle vomit abondamment (26 fois en dix-huit heures). On ne put rien savoir ni du mode d'empoisonnement, ni du moment précis où il avait eu lieu. On suppose que cette femme but la substance toxique dissoute dans une fiole de vin de quinquina, vers six heures du matin. Ce n'est qu'à onze heures, toutefois, qu'elle ressentit un malaise caractérisé, et qu'elle commença à vomir. Le malaise alla croissant, jusqu'au soir. Aucun médicament ne fut administré à la malade. Un jeune médecin, auquel elle parla de son état, lui tâta le pouls vers six heures du soir et constata qu'il battait 54 fois par minute. Tel était l'état des choses, le 10 décembre, dans la soirée. Si l'on avait réfléchi, dès lors, à la singularité de ces 54 pulsations par minute, peut-être eût-on poussé l'enquête plus loin. En effet, il n'y a pour ainsi dire pas d'exemples d'une personne ne présentant que 54 systoles du cœur par minute, à six heures du soir, c'est-à-dire au moment de la plus grande accélération du pouls (oscillation diurne). Ce ralentissement anomal du pouls fut donc constaté le 10 au soir.

Dans la nuit du 10 au 11 décembre, il y eut encore quelques

vomissements. Le 11, à neuf heures et demie du matin, nous vîmes cette femme. Elle présentait le facies abdominal (nez effilé, cercle profond à la base des paupières); elle se sentait faible et hors d'état de marcher. Son pouls nous frappa tout d'abord par deux caractères ;

1° Ralentissement.

2° Intermittences ou irrégularités ;

Le sphygmographe nous donna des tracés très-intéressants. L'auscultation du cœur faisait reconnaître ces intermittences ou suspensions des battements dont nous venons de parler. Nous donnons ici un tracé du pouls normal et habituel de cette femme, afin de montrer ensuite quelle était la déviation de ce type normal, au moment dont nous parlons.

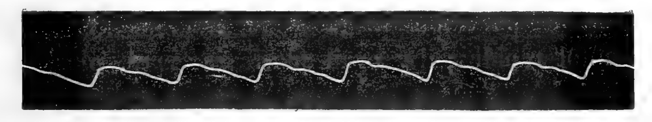


Fig. 42.— Pouls normal.

Le tracé ci-dessus appartient à cette femme ; il a été pris après la guérison (le pouls est régulier et bat 72 fois par minute).

Le 11 au matin, le pouls ne battait que 54 fois et il présentait, en outre, un type si particulier, si spécial, que l'on ne pouvait s'empêcher de faire aussitôt une supposition : à savoir que cette femme avait absorbé une dose considérable de digitale : on remarque sur les tracés qui suivent et qui tous ont été recueillis le 11 décembre, dans la matinée, que le pouls est :

1° Lent,

2° Irrégulier.

Cette irrégularité consiste en une pulsation qui intervient après quatre autres, lesquelles sont normales et égales entre elles, tandis que cette pulsation anomale est prolongée et en vaut deux, c'est-à-dire occupe autant d'espace sur le papier, que s'il y avait 2 pulsations ordinaires. C'est un mode d'irrégularité réglée, qui peut être appelée palpitation intermittente, ou intermittence du

pouls. Ici il ne semble pas que cette longue pulsation soit composée d'une systole double, dont la première serait avortée; il semble plutôt qu'il y a non pas avortement, mais suppression totale d'une systole.

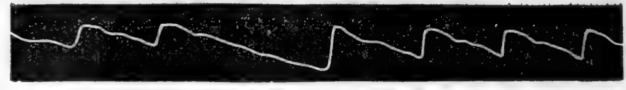


Fig. 43.

Le soir, à cinq heures, il s'était produit une amélioration notable dans l'état général; les vertiges avaient diminué, et la malade n'avait vomi qu'une seule fois. Son pouls battait 86 fois par minute et présentait par là un caractère qui se rapprochait davantage de l'état normal; les intermittences étaient plus rares.

Il y avait des pulsations inégales marchant par séries, tantôt lentes, tantôt rapides; il y avait plusieurs types, plusieurs variétés, ainsi qu'on le verra ci-dessous. Le pouls était *changeant*; d'un moment à l'autre, il donnait des tracés différents, quoique comparables par certain côté; il n'y avait plus, du moins cette lenteur anomale, ni ces longues intermittences, qui avaient été notées au début, ou, si elles se présentaient quelquefois, elles étaient du moins plus rares. En un mot, le type morbide, du matin, tendait à se déformer et à perdre une partie de ses caractères.

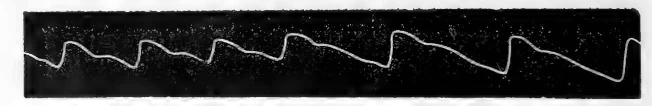


Fig. 44.

Voici une deuxième variété de ce pouls irrégulier du 11 décembre au soir.



Fig. 45.

Sur la troisième variété (pouls ci-dessous), les intermittences reviennent après 3 pulsations (trigéminé).



Fig. 46. — Pouls trigéminé.

Jusqu'ici, nous avions trouvé le pouls toujours irrégulier. Le 12 décembre, au matin, il y avait tantôt un pouls régulier absolument, tantôt un retour de l'irrégularité, ainsi qu'on le verra par les deux tracés qui suivent :

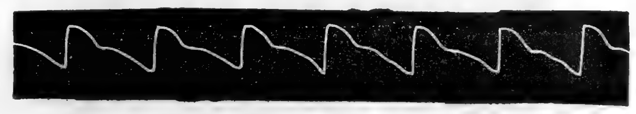


Fig. 47. — Pouls régulier.

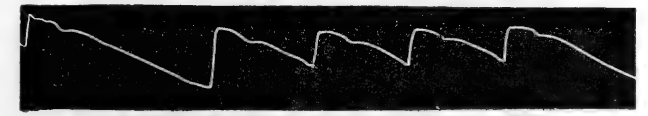


Fig. 48. — Irrégularité du pouls.

Ces deux tracés ne se ressemblent pas et ils paraissent appartenir à deux sujets différents, ou n'avoir pas été recueillis à la même époque. Et cependant ils ont été pris à cinq minutes d'intervalle sur la même personne. Cela prouve qu'il faut, dans certains cas, ne pas se contenter d'un seul tracé sphygmographique, mais interroger le pouls à plusieurs reprises.

Il y avait 80 pulsations par minute lorsque le pouls était régulier, et lorsqu'il était irrégulier, c'est-à-dire entrecoupé par des intermittences, on retrouvait encore ce chiffre de 80, *à la condition de compter la pulsation manquante pendant le temps d'arrêt.*

Les symptômes morbides avaient déjà disparu presque complétement ; cependant la malade avait conservé une excitabilité très-grande ; elle prenait peur subitement et la moindre émotion faisait battre son cœur plus vite.

Le 13 décembre, le pouls battait 86 fois et il était à peu près régulier.

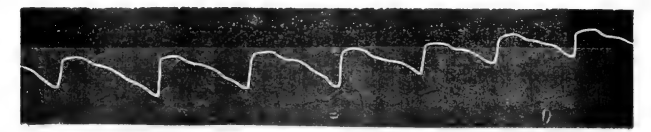


Fig. 49.

Fig. 50.— La courbe inférieure est celle du pouls. — La courbe supérieure formée de petits points est celle de la température de l'aisselle.

Le lendemain, le tracé était plus régulier encore et revenu à l'état normal (72 pulsations). Cette femme s'est rétablie complétement après quatre jours de maladie, et elle n'éprouvait plus, le 15 décembre, aucun malaise.

La température fut explorée depuis le 11 décembre, jusqu'au 14.— Le tableau ci-joint montre quelles en ont été les variations. En même temps que le pouls était tombé à 54, la température de l'aisselle était descendue le 11 décembre, à + 35, chiffre très-bas. Dès le lendemain, le pouls et les températures (bouche, vagin, aisselle) avaient repris leur niveau normal, et montraient l'oscillation diurne habituelle.

On peut, en lisant ce tableau graphique, embrasser d'un seul coup d'œil toute la maladie. Cette figure, dans son ensemble, est tout à fait différente des figures ordinaires des maladies. Les maladies fébriles montrent au début une grande hauteur; puis elles déclinent et retombent soit peu à peu, soit brusquement, au niveau normal. Ici, au contraire, la maladie donne, au début, un pouls abaissé et une température descendue, et il faut que les tracés remontent ensuite pour atteindre le niveau physiologique.

Le pouls était revenu à son état normal au moment où cesse cette observation. Nous devons ajouter, toutefois, que pendant plusieurs jours encore, notamment le 19 décembre, il y avait une grande impressionnabilité et une excessive mobilité du pouls, lequel battait quelquefois très-vite.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

LES MODIFICATIONS DE LA COMPOSITION IMMÉDIATE DES OS

Par M. FERNAND PAPILLON.

§ 1. — Considérations sur le déterminisme (1).

Les présentes recherches étant étroitement liées et subordonnées à un système d'idées générales auxquelles j'attache quelque importance, il convient, ce semble, d'indiquer dès le début la nature de ces conceptions abstraites.

La vie n'est ni un capricieux phénomène, ni un trouble mystère. C'est une série d'actes corrélatifs s'accomplissant avec le même ordre et la même régularité qui gouvernent l'enchaînement des métamorphoses physico-chimiques. Les méthodes d'investigation de la biologie ne comportent dès lors pas d'autres procédés que celles de la cosmologie, et il n'y a plus de place ni dans l'une ni dans l'autre de ces deux sciences pour aucun vestige de l'ancienne métaphysique. La première certitude du savant qui pénètre dans l'étude des opérations de la nature organisée doit être que le déterminisme y est souverain, exactement comme dans celle de la nature minérale. Là-dessus, l'enseignement des deux maîtres de la biologie, Charles Robin et Claude Bernard, est aussi clair qu'irréfutable. « L'économie tant animale que végétale, dit l'un, est le siége d'un ensemble d'actes, dont l'accomplissement simultané représente, pendant toute sa durée, des conditions nouvelles, à la fois statiques et dynamiques ou d'équilibre et de mouvement qui amènent la manifestation d'un ou plusieurs phénomènes plus complexes que les premiers et qui sont comme la résultante commune de ces actes relativement simples ; si bien que celui de ces résultats qu'on envisage, sans être identifiable ou réductible

(1) Je n'entre ici dans aucun détail. Si je voulais tracer l'histoire si mal connue, quoique si importante, du déterminisme, c'est par des citations de Leibniz et de Kant que je commencerais.

à l'un quelconque des actes élémentaires composant, reconnaît leur simultanéité comme cause à la fois immédiate et déterminante ou génératrice. L'un de ces derniers ne saurait varier sans que le résultat général, plus manifeste que l'un quelconque des composants, ne soit modifié d'une manière corrélative.... Les phénomènes sont générateurs les uns des autres, le premier produit étant la condition indispensable de l'effectuation de celui qui suit » (1).

« Il faut admettre comme un axiome expérimental, dit le second, que chez les êtres vivants aussi bien que dans les corps bruts, les conditions d'existence de tout phénomène sont *déterminées* d'une manière absolue.... Le physiologiste et le médecin, aussi bien que le physicien et le chimiste, quand ils se trouvent en face de questions complexes, devront donc décomposer le problème total en des problèmes partiels de plus en plus simples et de mieux en mieux définis. Ils ramèneront ainsi les phénomènes à leurs conditions matérielles les plus simples possibles et rendront ainsi l'application de la méthode expérimentale plus facile et plus sûre » (2).

Cela n'empêche pas d'affirmer l'autonomie évidente et l'irréductibilité absolue des propriétés vitales.

Le déterminisme est un ensemble de conditions. Dire que les phénomènes vivants sont déterminés, revient à dire qu'ils sont le produit régulier d'un ensemble de facteurs solidaires. Toutes les fois que ces facteurs se rencontrent dans un ordre et dans des circonstances identiques, le phénomène fatal apparaît. Si l'ordre est dérangé, la manifestation phénoménale varie nécessairement.

Parmi ces facteurs, les uns sont constants, les autres sont variables. Les premiers ne changent point, les autres sont modifiables dans des limites plus ou moins reculées. Étudier le déterminisme physiologique, c'est donc à un certain point de vue, discerner chez les êtres vivants ce qui est immuable et ce qui ne

(1) Ch. Robin, *De l'appropriation des parties organiques et de l'organisme à l'accomplissement d'actions déterminées.* 1869, in-8, pp. 3 et 4.

(2) Cl. Bernard, *Introduction à la médecine expérimentale.* 1867, in-8, pp. 115, 116 et 124.

l'est point, c'est en même temps assigner les limites entre lesquelles se meuvent les facteurs variables de la vie.

Ce problème est aussi vaste que difficile. Soit que l'on considère anatomiquement les organes ou leurs éléments constituants, les humeurs ou leurs principes intégrants, soit que l'on considère physiologiquement les fonctions dans leurs rapports trophiques avec les milieux externes et le milieu interne, on voit des conditions absolues et des conditions relatives, des valeurs fixes et des valeurs mobiles enchevêtrées dans une confuse unité. Les facteurs ne diffèrent pas seulement par leur figure, ils diffèrent encore par leur exposant. C'est un système d'équations très-compliquées, mais qu'il y a un grand intérêt à poser rigoureusement.

J'ai pensé que le seul moyen de donner à ces conceptions, non sans analogie avec celles des mathématiciens, quelque force et quelque crédit était d'appliquer la méthode qu'elles suggèrent spontanément. C'est ainsi que l'idée féconde du déterminisme m'a conduit à projeter bien des recherches que j'espère pouvoir accomplir. J'ai commencé à étudier les transmutations qu'on peut faire subir à la substance osseuse et accessoirement à toute l'économie en modifiant la nature de ses ingrédients naturels, en faisant varier un ou plusieurs de ses facteurs, c'est-à-dire, pour être plus précis, en substituant dans une alimentation appropriée la magnésie, l'alumine, la strontiane..., à la chaux qui est la base la plus abondante de l'organisme.

§ 2. — Considérations historiques.

Il n'est pas question ici de passer en revue les travaux d'analyse qui ont établi d'une façon rigoureuse la composition des os, ni de rappeler les expériences physiologiques au moyen desquelles on a provoqué diverses altérations dans la couleur, la composition et la structure de ces parties animales. Il convient de noter seulement les recherches antérieures qu'a inspirées le sentiment plus ou moins confus du déterminisme, et de faire voir non-seulement par où elles se relient au présent travail, mais encore comment j'y ai trouvé du bénéfice.

La découverte du phosphate de chaux dans les os est due à Henri Gahn, qui ne la publia point. Il en fit seulement part à Scheele, qui l'annonça en 1771. Charles Hatchett, en 1799, y fit connaître de plus le carbonate de chaux. Fourcroy et Vauquelin y reconnurent, en 1803, la présence d'une petite quantité de phosphate de magnésie. Ils s'assurèrent aussi, après Morrichini, que la substance osseuse renferme une proportion très-minime de fluorure de calcium. Si l'on y joint la matière animale à laquelle MM. Robin et Verdeil ont donné le nom d'*osséine*, on a tous les principes immédiats normaux de la substance osseuse.

La proportion de ces principes varie avec les âges et les espèces animales, elle varie aussi avec les maladies et avec l'alimentation. Néanmoins elle semble présenter une assez grande fixité relative, attendu que les os retirés des tumulus de l'ancienne Germanie, et même les os fossiles, présentent une composition peu éloignée de celle des os frais.

Bibra (1), Schiff (2) et A. Milne Edwards (3), ont étudié avec soin le sens de quelques-unes de ces variations. On peut résumer dans les propositions suivantes les plus importants résultats de leurs recherches :

1° Les variations dans les proportions de carbonate et de phosphate de chaux dépendent de la rapidité de désassimilation des os. Chez l'enfant, la proportion de carbonate est plus faible que chez l'adulte et le vieillard ;

2° Chez l'enfant, la proportion des matières animales est moins forte que chez l'adulte ; mais cela paraît tenir moins à une différence réelle dans la substance osseuse qu'au rapport qui existe dans l'os entre la proportion de cette substance comparée à celle des vaisseaux ;

3° Le cal et les tissus adventifs formés à la suite de blessures du périoste, etc, sont moins riches en carbonate que l'os normal ;

(1) Bibra, *Chemische Untersuchungen über die Knochen und Zahne der Menschen und der Wirbelthiere.* Schweinfurt, 1844.

(2) *Recherches sur l'influence des nerfs sur la nutrition.* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences.* 1854, p. 1054.)

(3) *Études sur les os.* (*Annales des sciences naturelles*, ZOOLOGIE. 1860, t. XIII.)

4° Les chiens soumis à un régime féculent et sucré ont des os plus riches en matière organique et moins riches en matière minérale que les os des chiens soumis au régime ordinaire ;

5° L'arrêt du cours du sang ne paraît pas agir sur la composition des os.

Chossat, le premier, eut l'idée de supprimer l'un des principes immédiats qui font partie de la substance osseuse, et il observa des faits très-intéressants et peu connus sur les pigeons soumis à l'expérience.

« Mes pigeons, dit-il dans son mémoire (1), n'ont été nourris que de blé, et d'un blé soigneusement trié grain par grain... Je leur ingérais chaque jour un poids fixé et déterminé de ce blé, et je leur fournissais de l'eau à volonté.

» Ces animaux supportaient d'abord très-bien et sans inconvénient apparent ce mode d'alimentation, seulement ils picotaient leur cage plus souvent qu'ils ne l'auraient fait sans cela. Ils commençaient en général par engraisser et par augmenter de poids. Mais au bout de un, deux ou trois mois de ce régime, l'animal augmentait ses boissons et les portait successivement à deux, trois, quatre, cinq, six et même sept à huit fois leur quantité normale et primitive ; les féces, de solides qu'elles étaient en commençant, devenaient de plus en plus molles et diffluentes ; une diarrhée s'établissait, d'abord modérée, énorme ensuite ; le poids du corps s'abaissait graduellement, et enfin l'animal finissait par succomber entre le huitième et le dixième mois, à dater du début de l'expérience. C'est là une diarrhée qu'on pourrait appeler *par insuffisance de principes calcaires*, maladie dont on retrouve d'assez fréquents exemples chez l'homme, surtout lors du travail de l'ossification, mais dont la cause a été méconnue jusqu'à présent.

» Mais le résultat le plus remarquable de ces expériences, c'est l'altération du système osseux qui en a été la conséquence. En effet la privation prolongée des substances calcaires (je parle de la portion de ces substances que nos animaux ajoutent instinctivement à leurs aliments) finissait par rendre les os tellement

(1) Chossat, *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. 1842, t. XIV, p. 452.

minces que même pendant la vie ils se fracturaient avec une grande facilité. Ainsi, chez l'un de mes pigeons, j'ai trouvé tout à la fois le fémur gauche et les deux tibias fracturés... Cet animal dès lors cessa presque entièrement de boire et de digérer, et la mort survint quelques jours après par suite de la triple fracture.

» C'était vers le commencement du huitième mois de l'expérience.

» Après la mort, j'ai retrouvé la même fragilité des os. Ainsi, chez un autre pigeon, ayant cherché à étendre avec précaution la cuisse qui s'était refroidie dans la flexion, j'ai fracturé également le fémur.

» Chez ce même animal, le sternum était aussi singulièrement altéré. Avant de commencer l'autopsie, je trouvai la crête de cet os mobile, presque comme si elle était devenue cartilagineuse; l'ayant examinée après l'incision du corps, la substance osseuse avait disparu en beaucoup d'endroits et ne paraissait remplacée que par le périoste. Après la macération, l'os s'est trouvé aminci, perforé d'un grand nombre de petits trous; il est devenu très-cassant, en sorte qu'il s'est divisé en un certain nombre de fragments minces et irréguliers et qu'il se brisait même quand on essayait de le nettoyer avec la barbe d'une plume. »

Chossat a observé aussi que les pigeons peuvent être maintenus dans un état de nutrition qui paraît à tous égards complet quand on ajoute à leur blé un peu de carbonate de chaux.

Ce dernier résultat est en lui-même fort intéressant pour la question du déterminisme. Il est sans doute regrettable que Chossat n'ait point analysé les os d'un pigeon ainsi nourri, mais du moins il est clair qu'une grande proportion du phosphate qu'ils contiennent normalement, était remplacée par du carbonate.

Bibra (1) a fait des expériences analogues et plus complètes. Il a pris deux canes de la même couvée ayant commencé à pondre depuis quelques jours. L'une fut nourrie avec des pommes de terre et de l'orge mondée, l'autre avec la même nourriture, plus des sels calcaires. — Au bout de huit jours, la première pon-

(1) *Op. cit.*, p. 58.

dait des œufs à coquille mince et fragile, un peu plus tard les œufs n'étaient plus entourés que d'une pellicule, enfin elle cessa de pondre trois semaines après. La seconde pondait régulièrement un œuf tous les deux jours.

Les os furent analysés et l'on reconnut que ceux de la cane soumise au régime calcaire étaient bien plus riches en phosphate et carbonate de chaux que ceux de sa sœur.

M. Alphonse Milne Edwards fit un pas de plus. Il songea à une substitution de bases terreuses et alcalino-terreuses dans la substance osseuse. Après avoir étudié avec soin dans le mémoire cité plus haut, les principales questions qui se rattachent à la composition et à la nutrition des os, il répéta les expériences de Chossat et fut amené à essayer de rétablir, avec des bases voisines de la chaux, l'équilibre détruit par la suppression de cette dernière. Il y échoua complétement, ainsi qu'on peut le voir par le passage suivant.

» J'ai également cherché, dit ce physiologiste (1), à reconnaître si, lorsqu'un animal est privé de sels calcaires, il pourrait les remplacer dans la constitution de ses os par des composés analogues, tels que ceux de fer, de manganèse et de magnésie.

» J'ai cherché à résoudre cette question en employant des carbonates de fer, de manganèse et de magnésie qui ne pouvaient pas influer d'une manière notable sur l'économie. Trois pigeons ont été soumis à une privation aussi complète que possible d'éléments calcaires, et tous les jours on faisait avaler au numéro 1 des pilules de 0,1 de carbonate de fer, au numéro 2 un même poids de carbonate de manganèse, au numéro 3 un même poids de carbonate de magnésie. Au bout de quatre mois de cette alimentation, ces oiseaux dépérissaient. Le numéro 3, soumis au régime de carbonate de manganèse, se supportait à peine. J'ai mis fin à l'expérience et soumis les os à l'analyse. Ceux-ci étaient très-minces et très-fragiles. Les numéros 1 et 3 m'ont donné des traces de magnésie et de fer, mais ne dépassant pas les quantités qui s'y

(1) Alphonse Milne Edwards, *Expériences sur la nutrition des os.* (*Annales des sciences naturelles*, ZOOLOGIE. 1861, 4e série, t. XV, p. 254.)

rencontrent normalement. Quant aux os du numéro 2, ils ne présentaient aucune trace de manganèse. — *Les différents sels ne peuvent donc pas entrer dans la constitution du tissu osseux en remplacement des sels de chaux.* »

Nous verrons plus loin que cette conclusion est inexacte, et nous montrerons comment un naturaliste aussi habile que M. Alphonse Milne Edwards, a pu être entraîné dans une erreur de ce genre.

Si M. Edwards fils n'a pas assez vu, M. Roussin a trop vu. Cet investigateur a observé, en effet, qu'en ajoutant à la nourriture des poules une certaine quantité de carbonates de différents métaux autres que le calcium, ces carbonates sont employés à former la coquille des œufs pondus. L'idée de substitution d'un principe à un autre n'est pas indiquée dans le travail de M. Roussin. Il s'est borné à surajouter les sels en question à la nourriture ordinaire des poules. Quelques-unes de ses conclusions sont assez étranges, tellement étranges même que nous attendons pour y ajouter foi qu'on les ait soumises à un nouveau contrôle.

M. Roussin prétend, en effet, qu'en ajoutant à la nourriture des poules des carbonates de baryte, de strontiane, de magnésie, de manganèse et de zinc, ces oiseaux ont pondu des œufs dont les coquilles étaient formées respectivement de ces divers carbonates. Des coquilles en carbonate de baryte semblent particulièrement difficiles à admettre pour qui connaît l'énergie toxique de tous les sels de baryum. — M. Roussin, par contre, n'a obtenu aucun résultat avec les sels d'alumine, de manganèse et d'antimoine. L'inassimilation de l'alumine paraît ici surprenante (1).

Dans ces derniers temps, M. Dusart a publié un travail étendu sur les os, dans lequel il considère les variations que peut éprouver le phosphate de chaux sous l'influence de l'administration de certains composés thérapeutiques, et où il conclut que l'acide lactique, le chlorure de sodium ont une favorable influence sur l'assimilation des phosphates (2).

(1) *Bulletin de la Société chimique de Paris.* 1861.

(2) *Archives générales de médecine.* Décembre 1869 et janvier 1870.

§ 3. — Expériences.

La première chose à faire était de trouver, pour les animaux soumis à l'expérience, des aliments débarrassés autant que possible du principe même qu'il s'agissait d'éliminer de l'organisme, afin de lui en substituer un autre. Le problème devenait singulièrement difficile, du moment que la chaux était ce principe. Aussi n'ai-je point songé à supprimer complétement toute trace de cette base dans les aliments qu'il me fallait préparer. Les expériences de Chossat démontrant que la quantité de chaux contenue dans le blé est tout à fait insuffisante pour satisfaire aux besoins de la nutrition osseuse chez les pigeons, j'ai résolu de me contenter pour ces oiseaux de cette graine où l'analyse immédiate ne décèle, en effet, qu'une quantité très-petite de sel calcaire. Quant aux rats sur lesquels j'ai aussi expérimenté, je les ai nourris avec du gluten, du riz et du sucre. L'expérience m'a appris qu'il n'y a pas moyen de les nourrir d'une façon plus simple ni de rencontrer un minimum inférieur de sels calcaires. Pour ce qui est des boissons, j'ai donné à tous mes animaux indistinctement de l'eau distillée additionnée d'un mélange de chlorures, carbonates, sulfates et nitrates de potasse et de soude dans la proportion de 1 gramme et demi par litre.

Venons maintenant au mode d'administration des principes destinés à remplacer la chaux, ainsi exclue de l'alimentation. Dans le début, je me bornais à mélanger grossièrement ces principes, pris à l'état de poudre, avec les aliments ci-dessus indiqués. Depuis, j'ai considéré que la chaux contenue normalement dans les aliments y est à l'état d'intime combinaison avec les substances nutritives, et par suite dans les meilleures conditions pour être absorbée. Je devais donc chercher à favoriser par tous les moyens possibles l'absorption des sels nouveaux que je prétendais introduire dans l'économie et particulièrement dans la pulpe osseuse. Pour cela, j'ai mélangé un peu de ces sels à l'eau que buvaient mes animaux, après avoir acidulé celle-ci avec quelques gouttes d'acide chlorhydrique. D'autre part, le blé était roulé dans une

pâte fine faite avec les mêmes sels et la même eau acidulée. Les pilules que M. A. Milne Edwards donnait à ses pigeons n'étaient peut-être pas même attaquées par les sucs digestifs. Il n'est pas étonnant, dès lors, qu'aucune assimilation n'ait eu lieu des principes qu'il administrait à ces oiseaux ; et c'est ainsi que j'explique ses résultats négatifs. Si les miens sont positifs, cela tient aux artifices que j'ai employés pour faciliter l'absorption et la fixation des bases.

Tel a été le procédé général de ces recherches. A coup sûr on peut imaginer une alimentation où la chaux n'entrerait dans aucune proportion, mais il semble jusqu'ici qu'une telle alimentation ne puisse pas être expérimentée. L'animal n'a nul besoin de chaux, cela est certain, seulement il est impossible de débarrasser complétement de cette base les aliments les plus indispensables à l'entretien de la vie. On ne peut pas non plus la soutenir au moyen d'aliments fabriqués de toutes pièces. Tout au moins il y a là des difficultés d'exécution que je n'ai pu sonder. J'ai essayé de nourrir des rats avec du sucre et de l'eau minéralisée dont la formule est indiquée plus haut. J'avais même ajouté à cette eau des sels ammoniacaux pour que tous les éléments théoriques de nutrition se trouvassent réunis. Ces animaux sont morts d'inanition au bout de trois semaines. De plus leurs dents, devenues molles comme du bois tendre, étaient cassées. Un rongeur mis en pareil état est bien malade.

J'ai vu également mourir au bout de huit jours un rat auquel je donnais du phosphate de manganèse à la dose de moins de un décigramme environ par jour. Ce sel, qui n'est pas chimiquement vénéneux, a déterminé des accidents intestinaux par son action topique, à la façon du verre pilé. Il se présente en effet sous l'apparence d'une poudre rosâtre très-rugueuse et peu attaquable par les sucs digestifs.

Voici maintenant le détail de deux expériences dont les résultats sont positifs.

Expérience I. — Le 16 septembre 1869, un petit rat blanc, âgé de dix jours environ, est enfermé seul dans une cage et mis au régime d'eau sans chaux, riz ou gluten additionnés de phos-

phate d'alumine impalpable et d'eau acidulée avec l'acide chlorhydrique.

Aucun changement sensible ne se manifeste dans la santé ou dans les habitudes de l'animal, qui s'accommode parfaitement des quantités relativement notables (1 ou 2 décigrammes par jour) de sel aluminique qu'il absorbe.

Le 29 novembre, au moment où je m'apprêtais à lui donner de la nourriture, le rat meurt après quelques convulsions. L'autopsie révèle des désordres intestinaux, une sorte d'entérite grave. L'intestin est noir violâtre et rempli de sang. Je songe alors à examiner mon phosphate d'alumine et j'y trouve une certaine quantité de grains durs et moins ténus que les autres. C'est probablement l'action prolongée et toute mécanique de ces grains sur l'intestin qui a déterminé l'irritation mortelle.

Quoi qu'il en soit, le rat vidé est bouilli pendant quelques heures dans l'eau distillée, puis désossé. Les os se présentent avec tous leurs caractères ordinaires et ne présentent absolument rien d'anormal. Ils sont nettoyés, desséchés à 100° pendant douze heures. On en pèse une quantité de 0^{gr},620, laquelle, après calcination, se réduit à 0^{gr},360. Voulant que l'analyse de cette petite quantité de cendres fût exécutée avec toutes les conditions possibles d'exactitude et d'impartialité, je ne m'en chargeai point moi-même bien que j'aie fait déjà plusieurs analyses d'os, et priai M. Charles Mène, bien connu pour sa grande habileté, d'être assez obligeant pour s'en occuper. Voici le résultat du dosage de l'alumine et de la chaux dans ces cendres :

Alumine.	0,025
Sulfate de chaux	0,336

ce qui donne pour 100 d'os calcinés ;

Alumine.	6,95
Chaux.	41,10

La petite quantité de matière dont on disposait, ne permit pas de doser l'acide phosphorique.

Alors j'ai fait une analyse d'os de rats ordinaires et n'y ai point trouvé trace sensible d'alumine.

En revanche ils contiennent environ 1 centième et demi de magnésie p. 100 d'os calcinés.

Expérience II. — Le 16 septembre, un petit rat blanc, frère du précédent, est soumis au même régime, à cette différence que le phosphate d'alumine y est remplacé par du phosphate de magnésie. Il est l'objet des mêmes soins et des mêmes observations.

Le 25 novembre, ce rat est sacrifié, en pleine vigueur. Sa santé d'ailleurs avait toujours été excellente. Les os, traités comme ceux du rat numéro 1, présentent également les qualités habituelles. Ils sont analysés par M. Mène. $0^{gr},530$ d'os donnent après calcination $0^{gr},312$, dans lesquels on dose :

Pyrophosphate de magnésie....	0,031
Sulfate de chaux	0,350

ce qui donne pour 100 d'os calcinés ;

Magnésie..................	3,56
Chaux....................	46,15

Tels sont les résultats obtenus dans des expériences qui ont duré deux mois et demi à peu près. Si l'on songe à la lenteur avec laquelle se renouvellent les os, on s'expliquera le peu d'avancement de la substitution des principes immédiats accomplie au bout d'un temps d'ailleurs aussi court (1).

Mais ces expériences soulèvent bien d'autres questions. Je les examinerai après avoir publié les faits nouveaux que révélera l'étude des autres animaux que je maintiens en expérience depuis six mois.

(1) Flourens a constaté que la coloration des os par la garance persistait, une fois produite, pendant deux ans au moins.

SUR

LES ORGANES GÉNITAUX EXTERNES D'UNE FEMME

DE RACE BOSJEMAN

Par M. le docteur von LUSCHKA
Professeur d'anatomie à l'Université de Tübingen.

REMARQUES HISTORIQUES.

Les données que nous offre la littérature médicale sur cette particularité connue sous le nom de « Tablier » qui semble caractériser les organes génitaux externes de la femme chez les Hottentots et les « Bosjeman » sont déjà anciennes. — Ces deux races, sous bien d'autres rapports si distinctes, ont maintes fois et à diverses reprises attiré l'attention des savants sans qu'un accord complet ait pu s'établir entre leurs diverses opinions.

Quand Wilh. Ten Rhyne publia, en 1686, la très-exacte description suivante de cette particularité : « *Feminæ Hottenticæ hoc sibi a ceteris gentibus peculiare habent quod pleræque earum dacyliformes, semper geminas e pudendis propendentes* PRODUCTAS SCILICET NYMPHAS *gestent* », quoique cette communication reçût postérieurement de divers côtés de nouvelles confirmations, Joh. Fried. Blumenbach ne craignit pas de la traiter de fable, cette prétendue anomalie n'étant, suivant lui, que « *ventrale Hottentottarum fictitium.* »

En 1824, Ad. Wilh. Otto publia une description essentiellement différente de celles que Rhyne et les auteurs qui le suivirent avaient faites d'après leurs observations personnelles. Une préparation faisant partie depuis longtemps de la collection anatomique de Breslau, et provenant d'une négresse, lui avait cependant permis d'observer « *un vrai tablier hottentot* ». Là les nymphes ne faisaient pas plus saillie que d'habitude, mais montraient un développement considérable inférieurement, non-seulement elles étaient beaucoup plus longues que les grandes lèvres, mais encore

elles se prolongeaient jusque autour de l'anus. Ce qu'il y avait de plus frappant était un « *lobe charnu anormal* » qui, sous forme de languette amincie et arrondie, longue de quatre pouces et atteignant une largeur maximum d'un demi-pouce, couvrant l'orifice vaginal, s'étendait jusqu'à l'anus, et dans lequel se terminaient les corps caverneux du clitoris. C'est avec raison que J. Müller fit remarquer que ce n'était pas le résultat d'un développement naturel, mais un produit morbide venant peut-être d'une hypertrophie du clitoris, avec complication possible d'une dégénération condylomateuse des nymphes.

Cuvier est le premier qui ait donné une description détaillée d'un vrai tablier dans son étude sur la célèbre Vénus hottentotte que Lichtenstein, qui l'avait vue avant son départ du Cap pour Paris, déclare n'être pas une « Bosje-woman », mais bien une Hottentote. Ses grandes lèvres peu exprimées comprenaient un ovale de quatre pouces de longueur ; entre elles descendait une proéminence demi-cylindrique longue de dix-huit lignes et large de six qui, inférieurement, se divisait par bifurcation en deux lobes charnus plissés, à extrémités arrondies, ayant un pouce de largeur et deux demi-pouces de longueur. La base de ces lobes, qui descend suivant la longueur du bord interne des grandes lèvres, s'élargit et forme un peigne charnu s'étendant à l'angle inférieur des grandes lèvres. Cuvier pensait que la partie moyenne de ces deux lobes charnus était formée par le prépuce du clitoris et la partie supérieure des nymphes, et que les autres parties provenaient du développement des nymphes.

Joh. Müller arriva à un résultat entièrement semblable dans ses recherches sur les organes génitaux d'une « *Bosje-woman* », authentique dont, par l'intermédiaire de Krebs, il put se procurer le cadavre au Cap de Bonne-Espérance. Les parties génitales externes étaient complétement dépourvues de poils, et l'ovale compris par les grandes lèvres peu prononcées avait une longueur de plus de trois pouces. Un prolongement médian plissé, long de onze lignes, partant de la commissure supérieure, se divisait inférieurement en deux parties latérales lobulaires, de forme essentiellement quadrilatérale. Le côté le plus long des lobes repo-

sait sur le bord latéral des parties génitales externes, les bords supérieur et inférieur convergeaient l'un vers l'autre, le bord externe qui était ainsi le plus court s'étendait parallèlement à la base adhérente des lobes. La longueur des lobes, à leur base, était de deux pouces; leur hauteur, comptée de la base au bord externe, était d'un pouce, et la distance des extrémités des deux lobes en leur état d'extension mesurait trois pouces.

Le témoignage d'observateurs éclairés attribuant d'une façon constante, aussi bien aux Hottentottes qu'aux « *Bosje-woman* » cette particularité connue sous le nom de *tablier*, expliquée par les deux exactes descriptions de Cuvier et Joh. Müller, prouve suffisamment que cette anomalie consiste en un développement excessif des nymphes, dont la longueur peut atteindre cinq pouces, de telle sorte qu'il n'y a pas lieu de tenir compte de l'opinion de Vaillant qui croyait y trouver le résultat d'un développement anormal des grandes lèvres.

Il ne s'agit donc plus, pour compléter les recherches déjà faites sur ce sujet, que d'étudier les variétés que peut offrir dans sa forme et ses dimensions le tablier, quantités qui certes ne doivent pas subir moins de variations que les parties correspondantes dans d'autres races. Je ne crois donc pas avoir à justifier l'opportunité d'une étude qu'une occasion rare me permit de faire sur le cadavre d'une « *Bosje-woman* ». Cette étude me semble offrir d'autant plus d'intérêt pour le public médical qu'elle a pour objet cette « *Bosje-woman* » connue par son voyage en Allemagne, nommée Afandy, âgée d'environ trente ans, et qui mourut à Ulm, d'une pleurésie.

DESCRIPTION ANATOMIQUE.

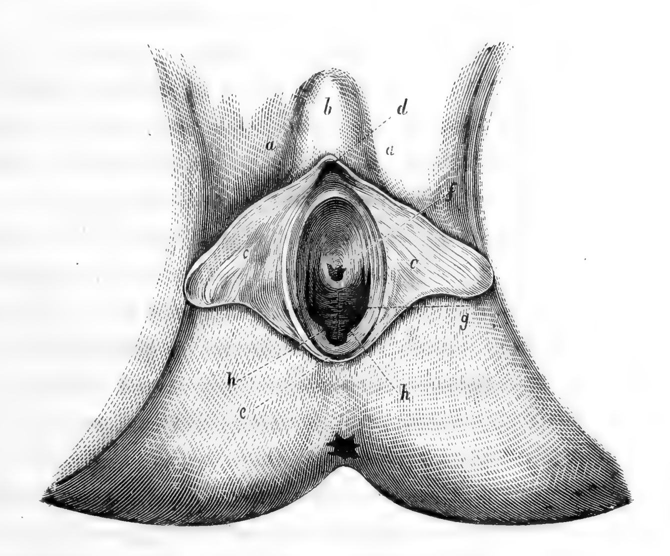
Le cadavre que je pus me procurer aussitôt après la mort de cette femme avait, en état de parfaite conservation, une longueur de 1^{m},36 et un poids de soixante-quinze livres, onze onces.

Sa chevelure, semblable à ces houppes de poils qui entourent les oreilles des caniches, était formée d'innombrables franges ayant jusqu'à 0^{m},18 de longueur, étendues sur la voûte crâ-

nienne, et dont les cheveux très-fins, d'un noir mat, frisés, avaient une section elliptique et ne contenaient pas de substance médulaire. On remarquait, en outre, un développement colossal de cette couche graisseuse nommée *steatopyga* qui s'étendait jusqu'à la région dorsale, et enfin, les particularités caractéristiques des organes génitaux externes.

Je ne m'occuperai ici que des organes génitaux externes, me réservant de traiter dans des études subséquentes les autres particularités remarquables.

Jé ferai tout d'abord remarquer que les organes génitaux externes ne présentent aucun élément étranger à leur structure normale, mais seulement certaines modifications de la configura-



Organes génitaux externes de la « *Bosje-woman* » Afandy. (Les nymphes dont le prolongement forme le « *tablier* » sont écartées de façon à laisser voir le vestibule du vagin.)

a, a, grandes lèvres; *b*, région du clitoris; *c, c*, nymphes; *d*, prépuce du clitoris; *e*, frein des petites lèvres; *f*, orifice de l'urèthre; *g*, tubercules du vagin; *h, h*, caroncules myrtiformes.

tion de ces organes. Ces modifications ne se rapportent pas aux organes recouverts par la formation cutanée: l'appareil érectile et sa musculature, la forme, la grandeur et la disposition des glandes

sont complétement normaux. Au contraire, les grandes lèvres et surtout les nymphes présentent des modifications du type normal.

Les *grandes lèvres* qui, ainsi que le mont de Vénus, étaient absolument dépourvues de poils, étaient tellement effacées qu'elles semblaient manquer. Elles formaient un double bourrelet légèrement courbe allant se perdre sans délimitation assignable en haut dans le mont de Vénus, et en bas par diminution successive sur les côtés du périnée, long de 0m,024, de telle sorte qu'il n'y avait pas lieu de considérer de commissures, non plus qu'une fermeture des organes génitaux externes. Leur limite latérale était nettement exprimée par des plis produits, l'un latéral, par la rencontre des cuisses ; l'autre médian, par celle de la base des nymphes. Cette configuration des grandes lèvres concorde donc exactement avec les descriptions de Cuvier et Joh. Müller, et est en opposition complète avec l'hypothèse de Vaillant, d'après laquelle le tablier serait le produit de leur développement. Par cela même qu'elles sont peu développées, elles n'ont qu'une faible tendance à former une fente et, bien plus, sont surtout cause que les nymphes restent à découvert dans la plus grande partie de leur étendue, ce qui donne aux organes génitaux externes une physionomie toute spéciale. Avant de juger cette disposition, il est juste de se rappeler qu'aussi dans la race caucasique les grandes lèvres ne sont pas toujours disposées de même, elles peuvent être flasques, ne pas se toucher, de sorte que la fente qu'elles forment paraît ouverte et les nymphes proéminent plus ou moins. Mais chez les individus vierges les nymphes sont cachées dans les profondeurs de la fente produite par le contact des surfaces larges en moyenne de 0m,02 des bords se regardant des grandes lèvres. Cette fente (*rima pudendi*) perpendiculaire, large ou étroite, comprise entre les grandes lèvres, manque aux organes génitaux externes de notre « Bosje-woman ».

Aussi ce sont les *petites lèvres* qui, à cause de l'effacement des grandes lèvres, sont entièrement à découvert, forment presque exclusivement l'équivalent de la fente. Elles pendent sous forme de deux surfaces flasques molles, aplaties latéralement, d'un rouge

sale en contact par les surfaces qui se regardent, ne laissant d'intervalle libre que vers la région des bords inférieurs. La disposition déjà décrite des grandes lèvres permet d'écarter l'une de l'autre les nymphes, de façon à donner à leur surface une position frontale, et alors leur plus grand écartement atteint 0^m,08. La longueur des nymphes, de leur base au point le plus éloigné, était de 0^m,035, de telle sorte qu'elle n'atteignait pas les grandeurs observées par Cuvier et Joh. Müller, mais dépassait de beaucoup la longueur normale des nymphes dont le maximun est 7 millimètres.

La forme des nymphes est celle d'un triangle irrégulier dont nous devons déterminer les angles et les côtés inégaux. Le côté médian, adhérent, représentant leur base, décrit dans l'état d'extension moyenne avec le côté symétrique de l'autre nymphe un ovale long de 0^m,04, large de 0^m,03, que l'on peut considérer comme l'orifice du vestibule du vagin, au fond duquel se voit un tubercule du vagin fortement développé, divisé par un sillon longitudinal, ainsi que quelques caroncules myrtiformes faiblement saillants. Le bord supérieur des nymphes dont la longueur du milieu du prépuce du clitoris, à l'angle libre, est de 0^m,055, descend rapidement comme tendu de haut en bas et en avant ; le bord inférieur, légèrement concave vers son extrémité, mesure 0^m,045, et s'élève faiblement en avant et en haut.

Des trois angles, l'angle antérieur qui devient latéral par l'écartement des nymphes est le seul qui soit libre. Il est formé par la convergence de deux bords libres unis mousses, il est arrondi, et la partie des nymphes la plus épaisse, et dans leur position naturelle la plus saillante, sa distance, à leur base, mesure la plus grande longueur des petites lèvres qui, à partir de ce point, diminuent peu à peu en haut et en bas. L'angle supérieur se divise en deux branches divergeant vers la région médiane, la plus petite se termine en formant le frein du clitoris, la plus grande, s'unissant à celle correspondante de l'autre côté, forme le prépuce du clitoris. Cette commissure supérieure des nymphes formant la cavité qui contient le clitoris n'offrait aucune anomalie de forme et de grandeur, son bord légèrement échancré ne dépassait que d'une petite quantité l'extrémité libre du clitoris. Cette disposi-

tion est très-différente de celle du prépuce de la « *Bosje-woman* » étudiée par Joh. Müller où il formait un prolongement plissé long de onze lignes. L'angle inférieur est produit par l'extrémité postérieure des nymphes qui va s'amincissant successivement sous forme de bourrelet et n'a plus finalement que 2 millimètres de hauteur ; il ne se termine cependant pas librement, mais forme la paroi antérieure de la fosse naviculaire du vestibule du vagin en s'unissant à l'extrémité postérieure de l'autre nymphe sous forme de commissure répondant à celle qui, sous le nom consacré de « frenulum vulvæ s. labiorum », est généralement attribuée aux grandes lèvres. Déjà, dans mon *Anatomie du bassin*, j'ai prouvé que cette hypothèse était erronée, que ce ligament ne provenait pas des grandes lèvres, que, souvent pour le former, les nymphes s'unissent à la limite antérieure du périnée, et que même lorsque leurs extrémités inférieures semblent se terminer librement au côté interne des grandes lèvres, on peut, en le tendant, produire un pli longitudinal qui démontre la continuité du frein et des nymphes.

ÉTUDE ANATOMO-PATHOLOGIQUE

DE TROIS CAS DE NÉVROMES

Par MM. Léon LABBÉ et Ch. LEGROS.

PLANCHE I.

En l'espace d'un mois nous avons pu observer trois névromes; les trois tumeurs étaient dues à une hypergenèse d'éléments nerveux, mais deux seulement présentaient le type de ce qui a été décrit sous le nom de *névrome vrai*, la troisième avait son siége dans les terminaisons des nerfs sensitifs de la main, dans les papilles nerveuses, et nous ne croyons pas que cette singulière lésion ait été étudiée jusqu'à ce jour.

Ce que l'on décrit généralement sous le nom de *faux névrome* n'est pas un névrome, c'est une tumeur fibreuse ou fibro-plastique qui s'est développée sur le trajet d'un nerf de la même façon qu'il s'y développe quelquefois des tumeurs épithéliales ou des kystes; on doit réserver le nom de névromes aux tumeurs constituées par une hypergenèse des éléments nerveux; le système nerveux de la vie végétative peut être atteint comme les nerfs de la vie animale, ainsi que le montre une observation de M. Robin (*Comptes rendus de la Société de biologie*, 1854), sur une altération curieuse du plexus solaire. Dans ces névromes de la vie végétative, on a noté la présence de cellules ganglionnaires; peut-être dans les observations incomplètes au point de vue histologique où l'on a rencontré un grand nombre de névromes sur les nerfs de la vie animale d'un même sujet (on en a compté jusqu'à deux mille dans une observation), trouverait-on des cellules nerveuses; en tous cas nous n'en avons vu aucune dans ceux que nous avons examinés, mais l'hypergenèse des tubes nerveux sensitifs n'était point douteuse. Il est probable que la plupart des *tumeurs douloureuses sous-cutanées* seront regardées comme des

névromes lorsqu'on fera un examen histologique attentif, aussi, ce n'est pas sans étonnement que nous trouvons ces mots dans Billroth (*Pathologie chirurgicale*) : « Ces tumeurs (névromes vrais) sont excessivement rares. Nous avons déjà parlé des névromes qui se montrent dans les moignons à la suite des amputations ; y a-t-il d'autres névromes vrais ? C'est ce qui est mis en doute par beaucoup de personnes. »

On verra dans notre observation de névrome papillaire que l'hypergenèse et l'hypertrophie peuvent atteindre également les corpuscules terminaux. Il est difficile de décider si, dans ce cas, c'est l'augmentation de nombre et de volume des corpuscules du tact qui déterminait de singuliers accidents, ou si l'on doit attribuer les vives douleurs ressenties dès le moindre attouchement à l'ébranlement du pédicule fort court qui supportait les petites masses papillaires.

Observation I. — *Névrome vrai.*

Octavie C..., âgée de vingt-deux ans, couturière, entre à la Clinique (salle des femmes, n° 12) le 6 septembre 1869, pour une petite tumeur à la jambe, qui la fait, dit-elle, beaucoup souffrir. D'une bonne santé habituelle, elle n'a fait aucune maladie sérieuse ; elle a été réglée à douze ans, et ses époques depuis se sont succédées régulièrement. Elle se croit enceinte de deux mois, fait qui, comme la suite de l'observation le prouvera, n'est pas sans importance ; en effet, en l'examinant à ce point de vue, on constate que, depuis deux mois, elle n'a pas vu ses règles, que les seins, légèrement gonflés, présentent tous deux l'aréole brunâtre, d'autant plus caractéristique chez elle qu'elle est primipare. Le col fait une saillie conique dans le vagin et est dirigé un peu à gauche. Ce premier point établi, procédons à l'examen de la tumeur.

La malade nous affirme qu'il y a trois ans environ, elle s'aperçut en s'habillant qu'elle avait à la partie inférieure et interne du mollet droit une tache bleuâtre un peu dure au toucher ; comme elle ne lui causait aucune douleur, elle n'y fit pas autrement attention. Au bout de plusieurs mois, elle sentit à ce point des *picotements* spontanés survenant surtout lorsqu'elle était fatiguée ; la pression sur la tache ne provoquait aucune sensation douloureuse ; plusieurs fois, dans l'espace de trois ans, elle ressentit ces mêmes élancements qui devinrent même un peu plus intenses ; mais la douleur était si faible, que la jeune femme n'y faisait par attention.

Il y a deux mois, elle devint enceinte, et c'est à partir de ce moment, dès que les règles eurent fait défaut une première fois, c'est-à-dire après le 8 août, que les douleurs augmentèrent rapidement au niveau de la tumeur qui devint un peu plus grosse ; douleurs telles, que la malade vient réclamer les secours de la chirurgie.

En examinant la face interne du mollet de la jambe droite, on trouve à l'union du tiers inférieur avec le tiers moyen une tache bleuâtre, dont la dimension n'atteint pas tout à fait celle d'une pièce de 20 centimes. Plus foncée au centre, ses bords sont mal dessinés et la coloration diminue insensiblement sur les contours pour se continuer avec celle de la peau. Au dedans de cette tache, on voit une autre petite tumeur, dont le volume est celui d'une petite tête d'épingle ; celle-ci a conservé la coloration normale de la peau. Lorsqu'on saisit cette petite tumeur dans un pli de la peau, on sent que sa consistance est assez dure, et qu'elle n'adhère pas aux parties profondes, qu'elle est complétement comprise dans l'épaisseur de la peau et que son volume est environ celui d'une petite lentille.

Lorsqu'on passe légèrement le doigt ou un corps dur à la surface, la malade n'accuse aucune sensation particulière, mais si l'on comprime la tumeur entre les doigts, si l'on appuie un peu fortement à sa surface, immédiatement il se produit une douleur assez vive pour faire jeter un cri à la malade, douleur qu'elle compare à une piqûre, et qui s'irradie dans toute la partie inférieure de la jambe sans remonter jamais vers le genou ou la cuisse.

Si la pression est forte et un peu prolongée, la jambe paraît comme endormie à la malade, et si elle est debout, elle ne sent plus son pied et est obligée de s'asseoir pour ne pas tomber. Lorsqu'on explore la sensibilité avec une pointe mousse autour de la tumeur, on trouve qu'elle est tout à fait normale sur ses limites, et qu'il faut toucher la tumeur elle-même pour provoquer la douleur. Quand par un examen un peu prolongé on a pour ainsi dire irrité la tumeur, il se produit une sorte de turgescence, la coloration devient plus foncée, la peau se soulève de quelques millimètres à ce niveau, la douleur par la pression est beaucoup plus vive, et le doigt rencontre au milieu une petite nodosité plus dure, qui donne la sensation d'une épingle faisant saillie sous la peau.

Le 12 septembre, la malade est amenée à l'amphithéâtre. Une incision verticale est faite, la tumeur fait saillie et est très-facilement enlevée. Elle était placée dans le tissu cellulaire sous-cutané.

Un pansement avec la charpie alcoolisée, renouvelé pendant quatre jours, fut suivi d'une cicatrisation complète, et la malade quitta l'hôpital le 17 septembre. A ce moment, toute espèce de douleur avait complétement disparu.

Examen de la tumeur. — La tumeur d'une couleur blanchâtre était un peu plus grosse qu'une noisette (pl. I, fig. 1); son poids était de 1^{gr},50, elle était bosselée et adhérait faiblement aux tissus voisins, on a pu l'énucléer assez facilement ; en un point seulement elle adhérait fortement par une sorte de pédicule ; son tissu était dur et pourtant élastique.

Cette tumeur, examinée d'abord sans réactifs, une demi-heure

après l'opération, en dissociant un fragment avec les aiguilles, ne laissait aucun doute sur sa nature, elle était formée par des tubes nerveux minces, très-pâles ; on trouvait déjà de nombreuses varicosités, des dilatations ampullaires monstrueuses (fig. 3, *a* et *b*).

Pour l'étudier plus complétement, nous l'avons divisée en trois parties que nous avons traitées par l'acide chromique, le chlorure d'or et l'acide hyperosmique. Au moyen de ces divers réactifs, nous avons constaté une grande variété dans le diamètre et la disposition des tubes nerveux.

Le plus souvent on voyait des tubes minces à doubles contours, disposés en faisceaux comme dans les nerfs de sensibilité, d'autres fois ils formaient une sorte de plexus indéchiffrable.

On trouvait fréquemment des tubes nerveux qui se renflaient brusquement de façon à acquérir un diamètre cinq ou six fois plus considérable. Dans quelques points, les varicosités étaient à peine visibles, dans d'autres, elles atteignaient un degré qu'on n'observe jamais dans les nerfs normaux. La présence du cylinder axis a pu être constatée plusieurs fois (fig. 4).

Au milieu des nerfs à double contour réguliers et des tubes diversement renflés, on rencontre quelques faisceaux de fibres de Remak ; ces derniers, très-abondants dans certaines préparations, manquaient absolument dans d'autres (fig. 3, *c*).

Ce qui nous a frappés surtout c'est la bifurcation et même la trifurcation des tubes nerveux. On sait qu'à l'état normal, ces bifurcations, très-communes dans le cylinder axis isolé sont extrêmement rares dans les tubes à double contour et qu'on les a même niées complétement ; ici elles ne sont point douteuses et elles sont fréquentes ; un tube se renfle légèrement, se divise en deux rameaux qui se subdivisent eux-mêmes plus loin (fig. 5).

Il y avait dans cette tumeur une faible proportion de tissu lamineux ; il y en avait cependant un peu plus que dans les nerfs normaux et les éléments qui constituaient le névrilème anormal étaient assez développés, mais ils ne formaient qu'une très-petite partie de la masse.

On retrouve encore du tissu lamineux disposé en mince enveloppe autour de la tumeur.

Sur les coupes, on voyait très-bien la disposition des faisceaux sectionnés transversalement (fig. 6).

Sur ces sections, on remarquait, à côté de tubes normaux munis de leur cylinder axis, des corps beaucoup plus grands, à bords irréguliers parfois, et qui, à première vue, donnaient l'idée de petites cellules nerveuses. Nous nous sommes bientôt convaincus qu'il ne s'agissait point là de cellules nerveuses, mais de ces renflements des tubes, déjà mentionnés, qui étaient sectionnés transversalement.

Sur des coupes faites en divers sens, on voyait toujours des faisceaux horizontaux, perpendiculaires, obliques, de sorte qu'il était impossible d'assigner une direction constante aux tubes nerveux qui apparaissaient comme une espèce de lacis irrégulier tout en formant des faisceaux d'inégal volume.

Les vaiseaux propres au tissu de la tumeur étaient rares, mais à la base on rencontrait une couche de capillaires dilatés et fréquemment anastomosés, comme un vestige de tumeur érectile. Ce détail, peu important en lui-même, nous rend compte d'un phénomène observé chez la malade ; la saillie de la petite tumeur était peu apparente dans l'état habituel, mais après les explorations répétées, la saillie devenait plus considérable, et en même temps apparaissait une teinte bleuâtre, il y avait là, sous l'influence de l'excitation, turgescence des vaisseaux que nous avons rencontrés à la base de la tumeur.

Dans le petit pédicule qui adhérait au névrome, nous avons vu des vaisseaux et un faisceau de dix ou douze tubes nerveux minces.

Comment expliquer la formation de ces tumeurs nerveuses ? On ne peut concevoir un tube nerveux sans cellule nerveuse; s'il y avait formation isolée de nouveaux tubes, il faudrait admettre la production antérieure de cellules nerveuses d'où émanerait le cylinder axis. Ici nous n'avons nul besoin de faire ces suppositions; les bifurcations successives expliquent comment les tubes qui constituent la tumeur procèdent des tubes normaux.

Observation II. — *Névrome vrai.*

M. Dubrueil nous a communiqué une observation qui présente avec la précédente une analogie frappante, et l'examen de la tumeur que nous avons pu faire immédiatement après l'opération nous a montré que sa structure ne différait en rien de celle qui avait été enlevée à la Clinique. Voici les renseignements que M. Dubrueil a eu l'obligeance de nous donner :

Mlle Elisa ...., demeurant rue de Lyon, 7, âgée de vingt-trois ans, a été réglée à quatorze ans ; elle s'est aperçue il y a cinq ans d'une petite tumeur située sous la peau de la partie externe de la jambe droite ; au dire de la malade, cette tumeur est devenue douloureuse il y a trois ans, les souffrances ont ensuite augmenté progressivement ; la douleur, qui était très-vive à la pression, n'a jamais retenti au-dessus du siége de la lésion, mais elle s'irradiait jusque dans le pied.

L'extirpation fut très-simple et la malade non anesthésiée souffrit peu pendant l'opération. La guérison était complète au bout de quinze jours ; pendant quelques jours, après l'opération, il persistait une sorte d'engourdissement dans le pied, ce symptôme a bientôt disparu.

Examen de la tumeur. — Dans le névrome enlevé par M. Dubrueil, nous avons constaté des particularités de structure présentant, avec l'observation précédente, une grande analogie. La tumeur avait le même poids, presque la même forme, la même couleur, elle était également constituée par un enchevêtrement de tubes nerveux minces, à double contour, enfin la ressemblance était telle que pour la décrire nous serions obligés de nous répéter, à cela près que les tubes nerveux étaient plus fins, ce qui rendait l'examen plus difficile, et qu'il n'y avait point de vaisseaux dilatés. Ce névrome a été examiné immédiatement après l'opération, il était encore chaud, et il nous a été facile de voir que les varicosités et les dilatations des tubes nerveux n'existaient pas encore et apparaissaient quelques heures après l'extirpation, ce qui démontre bien que dans ce cas c'était un phénomène cadavérique.

Observation III. — *Névrome papillaire de l'annulaire gauche.*

C..., jardinier, âgé de trente-sept ans, est couché au n° 5 de la salle des

hommes, à la Clinique. Cet homme dit avoir toujours joui d'une bonne santé, il accuse seulement des antécédents de syphilis caractérisés par un chancre à la verge et des plaques muqueuses à la gorge. Il a été soumis au traitement mercuriel à l'hôpital du Midi, service de M. Cullerier. Depuis cette époque (1867), plus d'accidents. Il entre à la Clinique pour une petite tumeur à peine saillante, située presque à l'extrémité de l'annulaire gauche, à fleur de peau, et qui est le point de départ de phénomènes bizarres. Le malade ne sait pas au juste quelle est la date réelle du début de l'affection, mais ce qu'il affirme c'est qu'elle existait le 9 janvier 1869 ; voici comment il s'en aperçut : Étant jardinier, il fait, au moment de la taille des arbres, des nœuds d'osier pour rattacher les branches ; or, l'osier, en passant sur l'extrémité de son annulaire pendant cette besogne, causait des douleurs de plus en plus vives ; peut-être même pourrait-on voir là une cause de son affection. Il y avait déjà cinq semaines environ que la taille des arbres était commencée, et le malade faisait deux à trois cents nœuds par jour. Quoi qu'il en soit de cette étiologie qui, en somme, est douteuse, le malade ressentait au moindre contact des douleurs très-vives qui ne se localisaient pas au niveau de la tache blanchâtre du doigt, mais s'irradiaient dans la main, l'avant-bras et tout le membre supérieur. Il y avait même des actions réflexes qui se traduisaient par des phénomènes bizarres ; le malade ressentait des fourmillements au niveau des yeux, au creux épigastrique, et des palpitations cardiaques. Pendant la nuit, ces fourmillements le réveillaient quelquefois et s'accompagnaient de céphalalgie et d'un malaise indéfinissable. Comme état général, cet homme est d'un tempérament sanguin et nerveux, il s'observe beaucoup, il a même une certaine tendance à l'hypochondrie.

Quant à l'affection en elle-même, elle est caractérisée par une petite tache blanchâtre, légèrement déprimée, de la grandeur d'une pièce de 20 centimes à peine, et de forme triangulaire ; à l'œil nu on voit très-distinctement de petites élevures, de petites saillies blanchâtres ayant l'apparence de papilles hypertrophiées. Le 12 septembre, le malade est amené à l'amphithéâtre. Une incision circulaire, dépassant de plusieurs millimètres le point malade, est pratiquée, et les tissus sont enlevés dans une épaisseur de 3 à 4 millimètres. Au moment de l'opération, le malade n'a éprouvé aucune sensation qui mérite d'être signalée. La plaie, couverte de charpie mouillée avec l'eau alcoolisée, s'est rapidement cicatrisée, et le malade a quitté l'hôpital six jours après avoir été opéré. Il se trouvait alors dans un état fort satisfaisant, et la pression sur le point qui était autrefois le siége de la petite tumeur ne déterminait plus aucune sensation pénible. Un mois plus tard, il est venu de nouveau nous consulter, se plaignant de quelques troubles nerveux mal déterminés, mais le doigt était toujours complétement indolent.

Examen de la tumeur. — Les étranges symptômes présentés par ce malade correspondent à des lésions qui semblent tout

d'abord peu accentuées, mais on reconnaîtra leur importance en songeant à la délicatesse des parties affectées.

Il s'agit, en effet, d'une lésion limitée des papilles de la main et des terminaisons nerveuses.

L'affection siégeait près de l'extrémité de la phalangette du doigt annulaire de la main droite (fig. 7). Ce n'était point une tumeur, mais plutôt une légère dépression circulaire dans laquelle on voyait quelques saillies arrondies.

Avec une forte loupe on reconnaissait que les stries régulières qui limitent les rangées papillaires cessaient brusquement au niveau de la dépression (fig. 8); cette dépression était hérissée de mamelons isolés ou contigus. Les orifices des glandes sudoripares ne disparaissaient pas au niveau de la lésion, mais ils cessaient d'être disposés régulièrement.

Des coupes pratiquées sur la pièce durcie montraient que les papilles, au lieu de présenter leur disposition ordinaire, étaient réunies en bouquets et constituaient ces saillies observées à l'état frais ; elles étaient en même temps un peu plus grosses qu'à l'état normal (fig. 2).

Cette disposition était encore plus évidente lorsqu'on isolait une de ces saillies et qu'on la traitait par l'acide acétique ; on enlevait alors assez facilement les couches épidermiques et on avait le bouquet papillaire à nu. Les espaces assez larges situés entre les saillies étaient privés de papilles.

Quelle est la nature de ces papilles? Quelques-unes d'entre elles étaient simplement vasculaires, mais la plupart et surtout les plus grosses contenaient un corpuscule du tact (fig. 9).

Ces corpuscules (un sur quatre environ) étaient un peu plus volumineux qu'à l'état normal, ils mesuraient en largeur 0,055 à 0,060, tandis que ceux des papilles voisines de la lésion n'avaient que 0,040 à 0,050 ; ils ne présentaient du reste aucune autre particularité dans leur structure.

Les couches épidermiques qui recouvraient ces faisceaux papillaires n'avaient rien d'anormal et les conduits sudoripares y conservaient leur disposition habituelle en spire. On ne trouvait rien également dans les couches profondes du derme, au-dessous des-

quelles on voyait les glomérules des glandes sudoripares qui étaient peut-être légèrement hypertrophiés.

En somme, on ne rencontre ici qu'une disposition anormale des papilles nerveuses qui hérissent en grand nombre le sommet de gros pédicules ; c'est l'exagération des papilles composées normales.

Cette simple anomalie, que nous nommons *névrome papillaire*, suffisait pour déterminer une vive douleur et des phénomènes réflexes bizarres dès qu'un léger ébranlement était communiqué aux houppes papillaires.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

Fig. 1. Névrome vrai, grandeur naturelle.

Fig. 2. Groupe papillaire du névrome papillaire.

Fig. 3. *a*, faisceau de tubes nerveux du névrome vrai ; *b*, un tube très-variqueux ; *c*, fibres de Remak.

Fig. 4. Différentes formes et varicosités des nerfs du névrome vrai.

Fig. 5. Bifurcations de ces mêmes nerfs.

Fig. 6. Coupe transversale des faisceaux du névrome vrai.

Fig. 7. Névrome papillaire.

Fig. 8. Le même vu à la loupe.

Fig. 9. Corpuscules du tact des papilles de ce névrome (voir la figure 2, qui a été transposée).

RECHERCHES
SUR LE DÉVELOPPEMENT ET LE MODE DE PROPAGATION
DU STRONGLE GÉANT

(*Eustrongylus gigas*, Dies.)

Par M. G. BALBIANI.

PLANCHE II.

Depuis que l'histoire physiologique des Helminthes est entrée dans la voie expérimentale inaugurée par les beaux travaux des Dujardin, des Siebold, des Meissner, des Van Beneden, des Küchenmeister, divers observateurs se sont donné la tâche de continuer, spécialement en ce qui concerne les Nématoïdes parasites, les recherches commencées par leurs devanciers sur le développement et le mode de transmission de ces entozoaires. Parmi eux, il faut citer en première ligne les noms de M. Davaine, en France, de Leuckart, en Allemagne. Cependant la science ne s'est encore enrichie, à ce sujet, que d'un nombre relativement petit de faits bien constatés. Cette lenteur dans la marche de nos connaissances touchant l'évolution de ces parasites témoigne suffisamment des difficultés qui accompagnent les recherches consistant à suivre ces êtres dans les différentes phases de leur existence, difficultés de même nature et non moindres que celles que rencontre l'étude des autres ordres d'Helminthes, les Cestoïdes et les Trématodes. Un autre genre d'obstacle à la connaissance de certaines espèces, et ce ne sont pas les moins intéressantes, résulte de leur rareté plus ou moins grande, qui empêche de les soumettre à des investigations suivies propres à élucider leur mode de transmission d'un animal à un autre. Parmi ces dernières, le Strongle géant est certainement une des plus remarquables, autant par sa grande taille que par ses mœurs, qui lui assignent pour séjour, sinon exclusif, du moins le

plus ordinaire, les reins de divers animaux mammifères et, dit-on, ceux de l'homme lui-même.

Malgré la variété des espèces animales chez lesquelles le Strongle géant a été rencontré jusqu'ici, la rareté de ce ver est telle que tous les auteurs qui s'en sont le plus récemment occupés ont dû établir leur description d'après des exemplaires conservés depuis un temps plus ou moins long dans l'alcool. Il en est résulté qu'ils ont dû se borner exclusivement à faire l'histoire anatomique du Strongle, et qu'ils n'ont pu fournir aucun renseignement précis sur son développement, et encore moins sur son mode de transmission. Pour s'en convaincre, il suffit de lire dans les traités modernes d'helminthologie ce qui est relatif à l'histoire de cet entozoaire. Ainsi M. Davaine se demande si le Strongle géant est ovipare ou vivipare, tout en penchant davantage vers la première opinion (1). A cette occasion, il montre que l'assertion de Wedel, qui dit avoir vu un de ces animaux rempli de vermicules vivants, ne mérite pas une grande confiance, quoiqu'elle ait trouvé crédit auprès de quelques auteurs. S'appuyant sur certains faits observés par eux, et qui n'ont qu'une connexion indirecte avec l'espèce qui nous occupe, MM. Schneider et Leuckart croient pouvoir en conclure que le Strongle subit des migrations, et que c'est par l'usage du poisson cru qu'il s'introduit dans l'organisme des animaux supérieurs qui l'hébergent sous sa forme définitive. Nous reviendrons plus bas sur cette opinion des deux éminents helminthologistes allemands, et nous verrons jusqu'à quel point elle est en accord avec les faits expérimentaux.

Dans les recherches que j'ai eu la bonne fortune de pouvoir entreprendre sur le développement et le mode de propagation du Strongle, je ne suis point parvenu, je le reconnais, à élucider tous les faits importants qui se rattachent à l'évolution de ce parasite. Ces recherches d'ailleurs ne sont pas terminées ; toutefois, je puis, dès à présent, signaler quelques résultats que je crois bien établis, tels que la détermination des conditions dans lesquelles l'embryon se développe, la description des caractères de ce dernier,

(1) Davaine, *Traité des Entozoaires*. 1860, *Synopsis*, p. LXXXV.

la démonstration que le Strongle ne se transmet pas au moyen d'œufs contenant un embryon, introduits dans le tube digestif des animaux qui renferment ce parasite sous sa forme parfaite et sexuée.

Au mois de novembre 1868, M. le docteur Gréhant, alors préparateur du cours de médecine au collége de France, eut l'obligeance de me remettre plusieurs exemplaires d'*Eustrongylus gigas* qu'il avait trouvés dans la cavité abdominale d'un chien servant à des expériences physiologiques. C'étaient trois individus arrivés à leur développement complet, dont deux mâles et une femelle. Celle-ci, mesurée et pesée pendant qu'elle était encore en vie, n'avait pas moins de 860 millimètres de long et 7 millimètres de large. Son poids était de 40^{gr},8. Les mâles étaient de proportions beaucoup plus modestes (premier mâle : longueur 270 millimètres, largeur 4 millimètres, poids 3^{gr},4; deuxième mâle : longueur 230 millimètres, largeur 3 millimètres et demi, poids 2^{gr},45). Ces vers vécurent à l'air l'espace de trois à quatre heures, pendant lesquelles ils exécutaient des mouvements assez vifs, surtout dans les premiers moments qui suivirent leur extraction de l'animal qui les hébergeait (1).

En pressant sur le corps de la femelle, aux environs de l'orifice génital, je vis sortir par cette ouverture une matière liquide, brunâtre, assez abondante, qui tachait les doigts en séchant. L'examen microscopique y ayant révélé la présence d'œufs nombreux, je réussis, en introduisant un tube effilé par l'orifice vulvaire, à en

(1) C'était un chien de forte taille, bien portant et robuste. Les trois vers étaient entièrement libres dans la cavité abdominale, et deux d'entre eux se présentèrent même spontanément avec les intestins à l'ouverture faite par incision à la paroi ventrale de ce chien. Il n'est pas inutile d'ajouter que tous les organes de celui-ci étaient absolument sains. Les reins, notamment, furent examinés avec le plus grand soin; ils n'offraient aucune trace d'altération dans leur forme ni dans leur structure, et rien n'autorisait à penser qu'ils eussent servi de premier séjour aux vers. Si ceux-ci étaient réellement des animaux erratiques, leur sortie de ces organes devait remonter à une époque fort éloignée, et à un moment où les vers étaient encore fort jeunes. Je n'ai été frappé que de la grande quantité de graisse contenue dans le mésentère, quoique l'animal ne fût pas lui-même très-gras. Il est fâcheux qu'on n'ait pu avoir de renseignements sur ses antécédents, relativement à sa provenance, son genre de vie, etc. Cette connaissance eût pu être d'un grand intérêt au point de vue du mode de transmission du Strongle.

recueillir directement dans l'utérus une assez grande quantité, dans le but d'étudier leur développement et d'entreprendre quelques expériences sur le mode de transmission du Strongle, si je parvenais à y voir se former l'embryon. Avant de rapporter les observations que j'ai faites ultérieurement sur ces œufs, placés dans différentes conditions, il n'est pas inutile de décrire d'abord les caractères qu'ils présentent dans la dernière division du tube génital de la femelle, attendu que toutes les figures que l'on en trouve dans les auteurs n'en donnent qu'une idée très-imparfaite, sans doute parce que, provenant d'individus conservés depuis longtemps dans l'alcool, leur forme s'était altérée dans ce liquide.

L'œuf de l'*Eustrongylus gigas* (fig. 1) a une forme ellipsoïde, un peu amincie vers les deux pôles (1). Il mesure $0^{mm},068$ dans son plus grand diamètre et $0^{mm},042$ dans le plus petit. La coque est formée par un chorion chitineux, transparent, épais, néanmoins très-fragile, de couleur brune, sauf aux deux extrémités où elle est incolore. Son épaisseur est aussi plus grande dans ces derniers points que dans la partie moyenne, mais la coque y est, par contre, douée d'une moindre consistance, car c'est presque toujours par l'un des pôles que le contenu s'échappe lorsqu'on exerce une compression un peu forte sur la coque, sans toutefois aller jusqu'à faire éclater celle-ci. La structure de cette enveloppe extérieure est remarquable : à sa surface on aperçoit un grand nombre de petits espaces qui tranchent en clair sur le fond brun environnant et paraissent entourés chacun d'une bordure assez large. Les uns sont circulaires, les autres bi- ou trilobés ; leur diamètre varie entre $0^{mm},002$ et $0^{mm},005$. Ces espaces, qui font paraître la coque comme criblée de trous, ne sont effectivement autre chose que les orifices externes d'autant de petits canaux qui s'enfoncent perpendiculairement dans son épaisseur. Ces canaux ont la forme d'un entonnoir dont la large ouverture est à la surface externe du chorion et la plus étroite à sa surface interne. Ils traversent par conséquent la coque de part en part, sauf dans le

(1) C'est à tort que Dujardin et Küchenmeister décrivent les œufs comme étant presque globuleux.

voisinage des pôles, où ils s'arrêtent à une distance variable de sa surface interne. Ils manquent entièrement aux pôles eux-mêmes, qui présentent un aspect complétement homogène.

En dedans de cette première enveloppe se trouve la membrane vitelline. Celle-ci est assez épaisse elle-même et étroitement appliquée contre la paroi interne de la coque. Dans tous les œufs retirés de l'utérus de la femelle, cette membrane ne touchait au vitellus que dans la partie moyenne de l'œuf, tandis que, vers les extrémités, elle en était séparée par un espace assez large, en forme de croissant, rempli d'un liquide clair et transparent. Cette concentration du vitellus vers le centre de l'œuf est, comme on sait, le premier indice de son organisation, mais on constatait de plus, dans les œufs pris non loin de l'orifice vulvaire, que le vitellus était déjà divisé en deux segments renfermant chacun un noyau central clair (fig. 2). Dans ceux, au contraire, qui provenaient d'une partie plus profonde de la matrice, le vitellus formait encore une masse indivise, avec un seul noyau au centre. Je n'ai pas observé de stade plus avancé dans le développement de l'œuf que celui représenté par le fractionnement en deux, et d'après ce que l'on connaît des autres espèces de vers nématoïdes, dont l'utérus renferme en tout temps, chez la femelle adulte et fécondée, des œufs avec l'aspect qu'ils présentent au moment de la ponte, il n'est pas présumable non plus que ceux du Strongle atteignent dans le tube génital de la femelle un degré d'organisation plus avancé que celui que j'ai constaté. Cette observation démontre donc la fausseté de l'opinion, assez répandue dans la science, que le Strongle géant met au monde des petits tout formés.

Aussitôt après avoir été extraits du corps de la femelle, une partie des œufs fut placée (le 24 novembre 1868) dans un flacon avec de l'eau pure, l'autre dans du sable humide contenu dans des verres de montre. Pour empêcher l'évaporation, ceux-ci furent conservés sous une cloche renversée sur une assiette pleine d'eau. Durant tout le cours de l'hiver, le fractionnement du vitellus n'a fait aucun progrès ; ce ne fut que vers le milieu du mois d'avril 1869, c'est-à-dire quatre mois et demi après leur extraction du corps de la femelle, que je constatai dans les œufs

une reprise du travail embryogénique. Chez quelques-uns, le vitellus était divisé en quatre; chez d'autres, en six ou un plus grand nombre de sphères de segmentation ; dans plusieurs enfin, il avait déjà pris l'aspect mûriforme (fig. 3). Toutefois ce ne fut qu'après qu'un mois entier s'était encore écoulé, que j'observai (le 19 mai), dans la plupart, un embryon d'apparence encore entièrement celluleuse, mais doué déjà de mouvements spontanés bien appréciables (fig. 4). Enfin, vers la fin de mai, presque tous les œufs contenaient un embryon bien formé (fig. 5) ; dans un petit nombre seulement le vitellus n'avait pas encore franchi tous les stades de sa segmentation.

Pour bien étudier la forme et les autres caractères de l'embryon, il convient de le dégager des enveloppes de l'œuf, en rompant la coque par des pressions ménagées. Mis ainsi en liberté, l'embryon demeure le plus souvent complétement immobile, ou n'exécute que quelques mouvements lents et rares ; puis, après quelques minutes, il s'altère visiblement, des vacuoles se montrent dans son intérieur, et il meurt. Tels sont les phénomènes qui se manifestent dans l'eau pure, et qui prouvent que ce liquide n'est pas le milieu naturel du jeune Strongle à sa naissance. Déjà, dans l'eau salée, celui-ci se conserve intact pendant un temps plus long ; mais c'est surtout dans l'albumine que l'embryon manifeste son bien-être par la vivacité et la succession rapide de ses mouvements. Par l'addition de quelques gouttes d'une légère solution alcaline et le maintien de l'embryon dans une température de 30 à 35 degrés centigrades, ses mouvements deviennent plus énergiques que jamais. Je montrai à la Société de biologie, dans une de ses séances du mois de novembre 1869, de jeunes Strongles conservés, dans ces conditions, vivants et mobiles pendant près de quarante-huit heures.

L'embryon a une longueur d'environ $0^{mm},24$ (fig. 6) et une largeur de $0^{mm},014$. Le corps est fusiforme, sa section transversale circulaire. Il s'amincit insensiblement dans sa portion postérieure et se termine par une queue conique. La tête, moins effilée que le bout caudal, porte à son extrémité la bouche. Celle-ci est une petite ouverture ronde, qui n'offre aucune trace des six papilles

qui l'entourent chez l'adulte. Elle m'a paru munie d'une petite dent perforatrice, semblable à celle que l'on observe chez un certain nombre d'autres embryons de Nématoïdes et qui leur sert à tarauder les tissus des animaux dans lesquels ils veulent pénétrer. Cette dent, chez le jeune Strongle, n'est pas toujours visible en avant de la bouche, et paraît, par conséquent, susceptible de rentrer et de sortir à la volonté de l'animal (1). L'œsophage est cylindroïde, à contours pâles et peu visibles ; il ne montre avec netteté que son tube chitineux intérieur sous la forme d'une ligne mince et réfringente. Sa longueur est d'environ le cinquième ($0^{mm},043$) de la longueur totale du corps. La portion antérieure de son tube interne est plus large et plus marquée, et se termine par une petite armure dentaire, constituée par trois petites saillies obtuses, qui paraissent être des épaississements du revêtement chitineux intérieur (2).

Tous ces détails, difficiles à constater chez les embryons vivants, deviennent plus apparents chez ceux qui sont morts depuis un certain temps, et plus ou moins gonflés et altérés par l'eau (fig. 7). L'intestin, qui fait suite à l'œsophage, s'étend sous la forme d'une bande longitudinale granuleuse jusqu'à l'extrémité de la queue.

La cuticule ou tégument externe est très-mince et se déchire facilement lorsqu'on cherche à extraire l'embryon de sa coque en rompant celle-ci par compression. Dans une situation rectiligne du corps, cette cuticule paraît homogène, mais lorsque le jeune ver s'incurve fortement, on voit apparaître sur son côté concave une ligne festonnée qui indique l'existence d'un grand nombre de plis transversaux très-fins et très-réguliers dans le tégument externe.

La température exerce sur la rapidité d'évolution de l'embryon son influence habituelle. Des œufs qui, au 8 mai, ne contenaient encore qu'un vitellus arrivé au stade dit de framboisement,

(1) D'après Leuckart, l'embryon du *Spiroptera obtusa* serait également pourvu d'une petite dent perforatrice rétractile (*Die menschlichen Parasiten*. 1867, t. II, p. 113).

(2) Dans les figures 6 et 7 de la planche on n'aperçoit que deux de ces petites dents œsophagiennes, la troisième étant masquée par celles-ci.

furent conservés depuis ce jour dans une température permanente moyenne de 36 degrés centigrades. Moins de huit jours après, ils renfermaient tous un embryon mûr, tandis qu'une autre portion de ces mêmes œufs, qui était restée exposée à la température ordinaire, n'atteignit le terme de son développement que dans les derniers jours du même mois. La chaleur est aussi l'agent le plus apte à réveiller les contractions de l'embryon. Abandonné à lui-même, à la température ordinaire, il reste replié dans sa coque, dans un état d'engourdissement presque continuel; de loin en loin seulement, il exécute quelques mouvements de déplacement faibles et lents, pour retomber immédiatement après dans son immobilité première. Par un temps chaud, de 20 à 25 degrés centigrades, ses contractions sont plus énergiques et plus fréquentes; on parvient quelquefois à les réveiller en hiver en faisant passer un courant d'eau chaude entre les deux lames de verre de la préparation contenant les œufs. Chose singulière, ce n'est pas, comme on pourrait s'y attendre, aux approches de la maturité, ni même lorsque l'embryon est entièrement formé, que ses mouvements spontanés et provoqués sont le plus marqués; ce moment coïncide avec une époque où l'embryon présente une structure encore entièrement celluleuse et ne montre ni tégument externe ni organes internes appréciables (fig. 4).

Contrairement à ce qui a été constaté pour les œufs d'un bon nombre d'entozoaires, tels que l'Ascaride lombricoïde, le Trichocéphale dispar, etc., dont la vitalité ne souffre nullement d'un état de dessiccation même prolongé pendant plusieurs mois, l'œuf du Strongle géant ne paraît pas pouvoir supporter longtemps l'action d'un milieu sec, et, d'après mes observations, il suffit de quelques jours, au plus, d'exposition à l'air, pour amener la désorganisation de l'embryon. Cette faible résistance aux effets de la dessiccation est évidemment en rapport avec la structure de la coque, qui est percée, comme nous l'avons vu, d'un grand nombre de canaux s'étendant jusqu'à la membrane vitelline. Malgré son épaisseur, cette enveloppe ne constitue, par conséquent, qu'un organe de protection peu efficace contre l'évaporation du contenu, qui amène la mort de l'embryon. Cette

conformation de la coque doit être la principale cause de destruction pour l'immense majorité des œufs, après que ceux-ci ont été expulsés du corps de l'hôte et livrés aux hasards du monde extérieur. Elle suffit à expliquer l'extrême rareté du Strongle, malgré l'innombrable quantité d'œufs produite par ce ver. C'est là assurément une circonstance fort heureuse pour les espèces animales recherchées par ce dangereux parasite, et pour l'homme lui-même, si tant est qu'il ne soit pas à l'abri de ses atteintes. Il suffirait peut-être de cette unique condition, que l'œuf du Strongle, au lieu d'avoir une coque percée de trous, en eût une pleine et imperméable comme celui de l'Ascaride lombricoïde par exemple, pour que ce ver fût aussi répandu que cette dernière espèce. C'est un exemple remarquable, entre beaucoup d'autres, qui montre comment un détail de structure, insignifiant en apparence, peut acquérir une importance considérable dans les relations de l'animal qui le présente avec les autres êtres vivants, et influer d'une manière profonde sur le rôle qu'il joue dans le plan général de la nature (1).

Les œufs que je possède séjournent actuellement (12 février

(1) Si le Strongle géant était exclusivement lié, dans son existence, à celle d'animaux qui, tels que le chien, le loup, le renard, le bœuf, etc., se tiennent généralement éloignés des milieux humides, on pourrait, se plaçant au point de vue des théories darwiniennes, considérer le mode de conformation de l'œuf du Strongle comme constituant pour son espèce une condition défavorable dans sa lutte pour l'existence, et donner raison à Küchenmeister, qui range le Strongle parmi les espèces tendant à disparaître de la surface du globe. Mais ce ver se rencontre aussi, et même beaucoup plus fréquemment, chez des animaux qui mènent une vie plus ou moins aquatique, tels que le phoque, la loutre, le vison américain, etc. Dans ces conditions, sa progéniture n'a pas à craindre les chances de destruction que nous signalions plus haut, et elle peut, sans sortir du milieu où elle se trouve placée dès sa naissance, y parcourir toutes les phases de son évolution. Il est donc probable que le parasitisme du Strongle géant tendra à se restreindre de plus en plus à ces dernières espèces, en même temps qu'il perdra graduellement la faculté de vivre dans l'organisme des animaux placés dans des conditions opposées. C'est évidemment par des faits de ce genre qu'il faut expliquer l'harmonie qui, chez les autres helminthes, s'est établie entre les conditions où s'effectue le développement de leurs œufs et le milieu habité par l'espèce animale qui les nourrit. Dans son mémoire sur la constitution de l'œuf chez les entozoaires, M. Davaine est entré, sur ce sujet, dans des considérations très-intéressantes, appuyées sur un certain nombre de faits résultant de ses observations personnelles (*Comptes rendus et mémoires de la Société de biologie*. 1862, 3e série, t. IV, p. 273).

1870) depuis près de quinze mois dans l'eau pure ou dans le sable humide, l'embryon y est formé depuis déjà plus de huit mois, et néanmoins je n'ai pu encore constater l'éclosion d'un seul. D'un autre côté, nous avons vu que le jeune Strongle périt rapidement dans l'eau. De ces faits on doit conclure que l'embryon est obligé de revenir à la vie parasite encore renfermé dans l'œuf. Mais ce retour a-t-il lieu directement dans l'animal où le Strongle acquiert son développement complet, ou après un séjour plus ou moins prolongé dans l'organisme d'un autre animal d'espèce différente, qui lui sert d'hôte provisoire? Pour essayer d'éclaircir cette question, j'ai institué les expériences suivantes :

1° Des œufs de Strongle, au nombre de plusieurs centaines, contenant tous un embryon mûr, furent donnés à un Chien, mêlés aux aliments. Cinq mois après, le chien fut sacrifié ; tous les organes, en particulier les reins et leurs annexes, furent examinés avec le plus grand soin, mais on ne découvrit aucun ver pouvant être rapporté au Strongle géant.

2° Cette expérience fut répétée dans les mêmes conditions sur un autre chien, qu'on tua au bout de quatre mois. Le résultat fut entièrement négatif comme dans le cas précédent.

3° Après avoir préparé, avec des tronçons de tuyau de plume, cinq petits tubes longs de 1^{c},5 environ, et dont la paroi fut percée de plusieurs trous, on plaça dans chacun de ces tubes quelques minces bandes de papier brouillard imbibées d'eau où flottaient un grand nombre d'œufs de Strongle contenant un embryon bien développé. Les tubes furent fermés à chaque bout par un diaphragme de toile, puis introduits directement dans l'estomac d'un Chien, par une fistule que celui-ci portait au ventre. Retrouvés le surlendemain dans les matières fécales de ce Chien, on examina attentivement leur contenu au microscope. Dans quatre d'entre eux, les œufs s'étaient maintenus intacts ; dans le cinquième seulement, ils étaient fortement altérés : la coque, ramollie et ouverte aux deux bouts, ne renfermait plus qu'un embryon ratatiné et coloré en brun par la bile. Presque tous les tubes contenaient, outre les œufs de Strongle qui y avaient été introduits, un certain nombre d'œufs de l'Ascaride du Chien,

preuve manifeste que les sucs intestinaux avaient librement pénétré dans leur intérieur et baigné le contenu.

4° Deux boulettes de coton, imbibées d'eau renfermant des œufs de Strongle, furent placées chacune dans un nouet de toile. Ces nouets, attachés à des fils assez courts, furent introduits dans l'estomac du Chien précédent par la fistule gastrique, et fixés par les fils au bouchon de la canule placée dans l'ouverture ventrale. En retirant ce bouchon vingt-quatre heures après, on ne retrouva plus qu'un seul des deux nouets, l'autre s'étant détaché et ayant été entraîné dans l'intestin. Le coton renfermé dans le nouet resté en place était fortement imbibé de suc gastrique, néanmoins tous les œufs étaient restés intacts.

Ces expériences prouvent que ce n'est pas à l'état d'embryon mûr, renfermé dans la coque de l'œuf, que le Strongle pénètre dans l'animal où il doit achever son développement, puisque dans tous les cas rapportés plus haut cet embryon a traversé l'intestin sans éclore, ou bien a été détruit par l'action dissolvante des sucs digestifs. L'insuccès de ces tentatives de transmission directe du Strongle donne donc une grande probabilité à l'hypothèse qui admet le concours d'au moins deux espèces animales distinctes, pour que le parasite rencontre les conditions nécessaires au progrès de son développement. Mais quelle est l'espèce apte à jouer le rôle d'hôte temporaire et à abriter le ver pendant le premier âge de sa vie? C'est ce qu'il s'agissait de rechercher en instituant une nouvelle série d'expériences sur d'autres espèces animales.

Afin de ne pas laisser une trop large part au hasard, je devais tenir compte, dans cette recherche, de certains faits constatés récemment par MM. Schneider (1) et Leuckart (2), comme pouvant jeter quelque jour sur la question. Ces deux observateurs ont effectivement trouvé, chez quelques poissons exotiques (*Symbranchus laticaudatus* et *Galaxias scriba*), des Nématoïdes enkystés qu'ils n'eurent pas de peine à reconnaître pour les larves

(1) Schneider, *Monographie der Nematoden*. 1866, p. 296.
(2) Leuckart, *Die menschlichen Parasiten*, 1868, t. II, p. 381.

d'une espèce d'*Eustrongylus* (1). Cette découverte leur parut expliquer pourquoi c'est principalement chez des animaux qui vivent de poissons que l'on rencontre, sous leur forme adulte, les différentes espèces de ce genre. Tel est l'*E. tubifex*, qui habite divers oiseaux aquatiques (le Harle, le Grèbe, le Plongeon, le Canard). Le Strongle géant lui-même s'est toujours montré plus fréquent chez les mammifères ichthyophages, tels que le Phoque, la Loutre, le Vison d'Amérique, etc., que chez ceux qui ont un régime différent. S'il a été vu aussi chez le Chien, le Loup, le Renard, le Cheval, etc., cela peut s'expliquer, comme le fait remarquer Schneider, par cette circonstance que, dans les localités où le poisson abonde, celui-ci entre aussi quelquefois dans la nourriture de ces animaux.

Pour reconnaître si ces présomptions étaient fondées, je résolus de tenter quelques expériences d'inoculation sur des poissons. Dans ce but, je choisis, comme l'espèce la plus appropriée, l'Anguille, d'abord par ce qu'elle appartient à la même famille que l'une des deux espèces étrangères mentionnées plus haut comme habitées par des larves d'Eustrongylide, le *Symbranchus laticaudatus*, et ensuite parce qu'elle vit facilement dans nos aquariums. J'ai introduit à diverses reprises des œufs de Strongle renfermant un embryon bien développé dans le tube digestif d'une demi-douzaine d'Anguilles âgées d'un an. Examinées à différents intervalles dans l'espace des deux mois qui suivirent l'inoculation, je ne trouvai chez aucune d'elles, soit dans l'intestin, soit dans les autres organes, ni embryon, ni larve, à l'état libre ou enkysté, pouvant être rapportés à un Eustrongylide. Répétées sur d'autres espèces de poissons, telles que la Carpe et le Cyprin doré, ces expériences ont donné le même résultat négatif. En cherchant à constater l'état des œufs rendus avec les matières excrémentitielles, ou encore contenus dans l'intestin, je les retrouvai tantôt avec l'embryon bien intact, tantôt, au contraire, vides et percés

(1) Ces larves avaient d'abord été décrites par Rudolphi sous le nom de *Filaria cystica*. Schneider, le premier, reconnut leur véritable nature, et, bientôt après, Leuckart confirma sa détermination. D'après ce dernier, elles n'appartiendraient pas au cycle génésique de l'*E. gigas*.

aux deux bouts, sans qu'il me fût possible néanmoins de découvrir de jeunes vers libres dans le mucus intestinal ou dans les parois du canal alimentaire, d'où je conclus que l'embryon avait été entièrement dissous par les sucs digestifs.

Je suis certes bien éloigné de vouloir tirer de ces expériences aucune conclusion contraire aux vues de MM. Schneider et Leuckart touchant les migrations du Strongle des poissons aux animaux supérieurs. Je reconnais, tout le premier, que ces essais sont en trop petit nombre pour pouvoir généraliser les résultats négatifs qu'ils ont donnés et les étendre à la classe entière des poissons. Toutefois, je ne dois pas omettre de dire que Leuckart lui-même, si favorable qu'il soit d'ailleurs aux vues émises d'abord à ce sujet par Schneider, ne les accepte pas sans certaines réserves. Ainsi qu'il le fait remarquer, il se pourrait fort bien qu'à l'exemple du genre Ascaride, dont les larves se rencontrent aussi bien chez des poissons que chez des animaux à vie aérienne, celles de certains Eustrongylides habitassent des espèces terrestres, et que le Strongle géant fût de ce nombre (1). Quoi qu'il en soit à cet égard, bien que mes expériences soient plutôt en opposition avec leur manière de voir, je n'en considère pas moins l'opinion de Schneider et Leuckart comme celle qui jusqu'ici réunit le plus de probabilités. C'est donc uniquement pour constater leur valeur négative que je mentionne encore ici mes essais faits sur des reptiles et des batraciens (Couleuvres, Tritons) ainsi que sur un invertébré, la Crevette des ruisseaux (*Gammarus pulex*). Notons, à propos de cette dernière espèce, que ces petits crustacés recherchent avec avidité les œufs de Strongle mêlés à l'eau où ils vivent, au point qu'en moins de deux ou trois heures leur intestin en est littéralement bourré et se dessine en brun à travers les téguments. Mais tous ces œufs offrent la coque percée et ramollie, et leur cavité vide ou ne contenant qu'un embryon manifestement altéré.

Avant de terminer ce travail, je crois devoir appeler d'une manière particulière l'attention des helminthologistes et même des médecins sur les caractères, décrits plus haut, de l'œuf et de

(1) Cependant cette supposition est rendue peu probable par ce fait que le Strongle adulte se rencontre surtout chez des animaux à vie aquatique.

l'embryon du Strongle géant. Si, dans nos climats, l'existence de ce parasite chez l'homme est un fait tellement rare qu'il a pu être révoqué en doute par quelques auteurs, il n'en est peut-être pas de même dans quelques pays intertropicaux, notamment dans l'Amérique du Sud. De quelques observations faites par les médecins qui exercent dans ces contrées, il semblerait résulter que l'affection connue sous le nom d'*hématurie brésilienne*, n'aurait d'autre cause que la présence, dans les voies urinaires, d'un Nématoïde voisin du Strongle géant, s'il n'est pas cette espèce elle-même. Un cas de ce genre a été observé et publié par le docteur Wucherer, qui exerce la médecine à Bahia (1). Après avoir recueilli l'urine d'un malade affecté d'hématurie, ce médecin constata dans le dépôt sanguin qui s'était formé au fond du vase, des vermicules agités d'un mouvement fort vif. Ce dépôt, retenu sur un filtre et desséché, fut envoyé à Leuckart, qui reconnut dans ces petits vers les embryons d'un Nématoïde, d'espèce indéterminée, mais appartenant probablement à la famille de Strongylides Or, comme on ne connaissait pas jusqu'ici les caractères des embryons du Strongle géant, il ne serait pas impossible que les petits Nématoïdes observés dans l'urine des hématuriques, au Brésil, ne fussent autre chose que les jeunes de cette espèce (2). On sait d'ailleurs que le Strongle a été rencontré plusieurs fois dans ce pays, et, chose intéressante à noter, c'est également du Brésil qu'est originaire l'une des deux seules espèces de poissons, le *Symbranchus laticaudatus*, signalées jusqu'ici comme habitées par des larves d'Eustrongylide.

Conclusions. — Les faits principaux consignés dans ce travail peuvent être résumés dans les propositions suivantes :

1° Le développement de l'œuf du Strongle géant commence dans l'utérus de la femelle, mais s'arrête bientôt, pour ne s'ache-

(1) *Parasiten bei Haematuria brasiliensis.* (*Zeitschrift für Parasitenkunde, herausgegeben von E. Hallier und F. A. Zürn.* 1869, t. I, p. 376.)

(2) Si cette présomption se justifiait, il faudrait en conclure que l'œuf du strongle est également apte à se développer en un embryon à l'intérieur des organes de l'hôte habité par ce ver.

ver qu'après que l'œuf a été expulsé du corps de l'hôte et mis en contact avec l'eau ou la terre humide.

2° Entre ce dernier moment et celui de l'apparition de l'embryon, il s'écoule de cinq à six mois en hiver ; en été, ce temps serait probablement beaucoup plus court.

3° L'embryon peut séjourner un an au moins dans l'œuf sans périr ; mis au contact de l'eau pure, par éclosion artificielle, cet embryon s'altère rapidement ; il ne vit bien que dans les liquides albumineux.

4° Un état de dessiccation prolongé pendant quelques jours au plus suffit pour amener la mort de l'embryon dans l'œuf.

5° L'œuf n'éclôt pas dans le tube digestif des animaux où le Strongle acquiert son développement complet, mais dans une espèce différente, encore inconnue, qui sert d'hôte temporaire au parasite jusqu'à sa migration dans l'hôte définitif.

EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

Fig. 1. Œuf mûr du Strongle géant, extrait de l'utérus d'une femelle fécondée. On remarque à sa surface les orifices des canaux nombreux qui traversent la coque de part en part (grossissement 400 fois).

Fig. 2. Œuf montrant le vitellus segmenté en deux.

Fig. 3. Œuf dont le vitellus est devenu mûriforme.

Fig. 4. Œuf renfermant un embryon encore entièrement celluleux, mais doué déjà de mouvements bien sensibles.

Fig. 5. Œuf contenant un embryon arrivé au terme de son développement.

Fig. 6. Embryon mûr extrait de sa coque par compression et mis au contact d'un liquide albumineux (grossissement 250 fois).

Fig. 7. Portion antérieure d'un embryon mort et gonflé par l'eau (grossissement environ 400 fois).

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

L'ovaire et l'œuf (1), par W. WALDEYER, professeur de médecine à l'Université de Breslau, etc.

ANALYSE PAR L'AUTEUR.

1° L'ovaire des femmes, des mammifères, des oiseaux et des reptiles n'est pas revêtu du péritoine, mais plutôt d'un simple épithélium cylindrique, communiquant directement avec l'épithélium du pavillon de la trompe. L'épithélium de l'ovaire n'est pas vibratile. (Voy. pl. II, fig. 9, 12, 16, 17, *a*.)

2° A la base de l'ovaire, on aperçoit distinctement une fine ligne blanche qui court autour de la périphérie du bulbe de l'ovaire. C'est à cette ligne, qui limite le péritoine, que les cellules plates d'endothélium séreux finissent subitement et que les cellules cylindriques de l'ovaire commencent. (Voy. pl. I, fig. 4 et 5, *x*, fig. 7, *h*.)

3° La superficie de l'ovaire n'est donc pas séreuse mais muqueuse, comme la superficie interne du pavillon de la trompe ; ce que prouve aussi le mode du développement. (Voy. n° 38.)

4° L'épithélium des vésicules de *de Graaf*, c'est-à-dire la « *membrana granulosa* », et les ovules eux-mêmes dérivent de l'épithélium superficiel de l'ovaire. Mais, quant aux mammifères nouveau-nés, il est bien probable que la formation des vésicules de *de Graaf* et des ovules est alors déjà finie, de sorte, qu'après la naissance, ni ovisacs, ni ovules, ne se forment désormais.

5° Les vésicules de *de Graaf* et les ovules se forment de la manière suivante : L'ovaire embryonnaire se compose de deux parties, savoir l'épithélium, que l'auteur appelle : *Keimepithel* (*épithélium germinatif*), et une certaine quantité de tissu connectif, vasculaire, avec un très-grand nombre de cellules fusiformes. De ce tissu connectif, de minces prolongements pénètrent dans l'épithélium, en même temps que les cellules de celui-ci se multiplient. C'est de cette manière que, peu à peu, de petits groupes de *cellules épithéliales s'enfoncent* dans le tissu connectif, pendant qu'à la surface une couche épithéliale reste toujours. (Voy. pl. II, fig. 9, 11, 12, 14, 15.)

6° Ces groupes de cellules épithéliales commencent à avoir une forme très-différente, mais en général arrondie, et sont joints ensemble, de manière que l'ovaire embryonnaire offre une structure caverneuse. (Voy. pl. II, fig. 9 et 11.)

7° Il y a réellement dans l'ovaire des tubes de *Valentin* et de *Pflueger*. Néanmoins, ils n'y sont pas indispensables, mais plutôt de formation accidentelle. (Voy. pl. II, fig. 12 et 14).

(1) W. Waldeyer, *Eierstock und Ei. Ein Beitrag zur Anatomie und Entwickungsgeschichte der Sexuolorgane.* Leipzig, 1870, gr. in-8, Mit 6 Tafeln.

8° Parmi les cellules épithéliales enfoncées dans l'ovaire, comme il vient d'être dit, il y en a quelques-unes qui, en se développant, devancent les autres et deviennent les ovules, tandis que le reste forme l'épithélium des follicules de *de Graaf*. (Voy. pl. II, fig. 9, *c*, *c*, fig. 11, *f*.)

9° Sur les embryons des poules, on aperçoit, dès le quatrième jour de l'incubation, dans la couche superficielle d'épithélium de l'ovaire, quelques cellules plus agrandies qui sont sans doute les ovules primitifs. Il en est de même des embryons et des nouveau-nés humains. (Voy. pl. II, fig. 13, *a*, *a*.)

10° Sur les animaux invertébrés, on s'aperçoit de même que les ovules naissent directement des cellules épithéliales de l'ovaire par un simple agrandissement.

11° L'ovule primitif n'est donc pour l'auteur qu'une simple cellule épithéliale de l'ovaire agrandie.

12° Quant à la formation des follicules de *de Graaf*, ils naissent des petits groupes de cellules épithéliales enfoncés de la manière indiquée ci-dessus, parce que le tissu connectif environnant fait pénétrer dans ces groupes de petits prolongements vasculaires qui, à la fin, enferment ordinairement un seul ovule et un certain nombre de cellules épithéliales en les séparant des autres. (Voy. pl. III, fig. 21.)

13° Il est probable que les ovules des mammifères ont un vitellus de nutrition et de formation comme les œufs des oiseaux.

14° La membrane vitelline (*zona pellucida*) n'est pas la membrane cellulaire primaire de l'ovule primitif, mais une formation secondaire, dérivée de la membrane granuleuse.

15° En résumé : les œufs mûrs ovariens de tous les animaux vertébrés et probablement des invertébrés, se composent de deux parties différentes : 1° de l'ovule primitif, c'est-à-dire d'une cellule épithéliale de l'ovaire plus développée, qui contient dans son protoplasma un noyau clair (*vésicule germinative* de *Purkinje* et de *Coste*) et le nucléole (*tache germinative* de *Wagner*) ; 2° des parties accessoires, savoir : le vitellus de nutrition et la membrane vitelline. Ces parties naissent toujours de l'épithélium des follicules de *de Graaf*. On peut donc conclure que tous les œufs mûrs ovariens sont égaux. Cependant, ils ne sont pas des cellules simples, mais des formations composées.

16° Les vésicules de *de Graaf* existent de même dans les animaux invertébrés, par exemple, dans les crustacés d'un ordre supérieur (les homards, les écrevisses, etc.). Les loges des tuyaux ovariens des insectes sont les homologues des vésicules de *de Graaf*.

17° Quant aux premières phases du développement du système urogénital, tous ses organes naissent d'un seul groupe de cellules embryonnaires, qu'on peut appeler « *germe urogénital* ». (Voy. pl. IV, fig. 38 et 39, *x*.)

18° Chez les mammifères et sur les poulets, on commence à rencontrer ce germe comme une petite saillie du feuillet intermédiaire du blastoderme située à la partie latérale même des vertèbres primitives. C'est ce qui a lieu chez

les poulets de la dix-huitième heure jusqu'à la vingt-quatrième de l'incubation. (Voy. pl. IV, fig. 35, 36, 37, *x*.)

19° Cette saillie, qu'on a prise avec peu de raison pour la première trace du conduit de Wolff, n'est que la partie supérieure du germe urogénital entier. Celui-ci s'étend jusqu'à la fente séreuse du feuillet intermédiaire et forme ainsi la partie la plus grande des lames moyennes de *Remak*. (Voy. pl. IV, fig. 38, 39, 40, *x*.)

20° Le germe urogénital va bientôt se diviser en deux parties différentes, dont l'une, destinée pour le développement des organes urinaires et les organes mâles, est *le conduit de Wolff;* l'autre, pour le développement des organes génitaux femelles, est l'*épithélium germinatif.*

21° Le conduit de Wolff se forme, parce que la saillie susdite, en croissant, se joint à la partie voisine de la lame cutanée de *Remak*. Entre ces deux parties réunies de la manière susdite, une petite place reste ouverte ; il s'y forme, pour ainsi dire, un trou, et ce trou marque la lumière du canal de Wolff. (Voy. pl. IV, fig. 41, *x*, *c*, et fig. 42, *g*.)

22° Le conduit de Wolff une fois formé s'entoure d'un amas de petites cellules provenant des vertèbres primitives Il est poussé par celles-ci jusqu'à la limite de la fente séreuse. De ces cellules, les vaisseaux et le tissu connectif des corps de Wolff prennent leur origine. (Voy. pl. IV, fig. 42 et 43, *y*.)

23° La deuxième partie des cellules du germe urogénital qui, au commencement, étaient situées aux bords de l'angle médian de la fente séreuse, prend la forme de cellules épithéliales longues et cylindriques et couvre du côté de la susdite cavité séreuse le conduit de Wolff comme un épithélium cylindrique. (Voy. pl. IV, fig. 41 et 42, *m*, *m*. et fig. 43, *a*.)

24° Ces cellules cylindriques, composant l'épithélium germinatif, donnent naissance au *canal de Mueller* et à la couche épithéliale superficielle de la glande génitale.

25° Du conduit de Wolff sortent un certain nombre de tubes « *en cæcum* », dont les uns sont larges et pourvus d'un épithélium plus foncé, les autres étroits et pourvus d'un épithélium plus clair. (Voy. pl. IV, fig. 44.)

26° Les tubes larges se joignent aux *pelotons de Malpighi*, qui sortent des deux aortes, et forment ainsi les reins primitifs. Les tubes étroits qui forment l'épididyme, les canalicules séminaux naissent plus tard.

27° Le corps de Wolff est donc composé de deux parties différentes : d'une partie urinaire, c'est-à-dire le rein primitif, et d'une partie sexuelle, c'est-à-dire l'épididyme.

28° L'épithélium germinatif, dont il a été question ci-dessus, revêtant tout le corps de Wolff, s'atrophie plus tard sur la face inférieure (antérieure), mais il s'accroît aux faces latérale et médiane de ce corps. (Voy. pl. V, fig. 50.)

29° De l'épithélium accru du côté médian provient l'épithélium de la glande génitale. Celle-ci s'aperçoit d'abord sous forme d'une petite proéminence du tissu connectif du corps de Wolff revêtue par l'épithélium cité ci-auparavant. (Voy. pl. V, fig. 45, E, et fig. 50, E.)

30° Quand la glande génitale va devenir un ovaire, la couche épithéliale s'épaissit beaucoup ; le tissu connectif et l'épithélium germinatif commencent à s'entrelacer, comme nous l'avons décrit en commençant ce résumé.

31° Quand, au contraire, la glande génitale va former un testicule, l'épithélium s'atrophie bientôt : de la partie sexuelle du corps de Wolff (voyez ci-dessus 26° et 27°), les tubes séminaux s'enfoncent dans la trame de la glande génitale.

32° Du reste, sur beaucoup de mammifères, par exemple chez la chienne, les canalicules de la partie sexuelle du corps de Wolff s'enfoncent de même dans la trame de la glande génitale *femelle*, c'est-à-dire de l'ovaire.

33° Il est intéressant de voir que, dans les premiers jours du développement, on peut trouver chez tous les embryons *mâles* des oiseaux et des mammifères, tout comme chez les *femelles*, des ovules primitifs situés dans la couche épithéliale de la glande génitale. On sait déjà par les observations de M. de Wittich (voy. *Zeitschriff fuer wissenschaftliche Zoologie*, 1852, Band IV), que chez les crapauds mâles (*Bufo cinereus*), durant toute leur vie, il existe un ovaire rudimentaire à la face antérieure du testicule. Dans cet ovaire, on reconnaît de véritables vésicules de *de Graaf* et des ovules. J'en ai observé un semblable chez les Tritons, où l'on voit un bel épithélium cylindrique revêtir la surface des testicules. (Voy. pl. V, fig. 50, O, O.)

34° En comprenant tout ce qui est dit dans les paragraphes précédents (voy. 26° et 30°), on peut conclure que, dès le début de sa formation, l'appareil génital des animaux vertébrés supérieurs est hermaphrodite.

35° Comme on l'a dit, le corps de Wolff est composé de deux parties différentes (voy. 27°). C'est chez la femme qu'elles s'atrophient toutes deux. Le reste de la portion urinaire du rein primitif se trouve, chez les nouveau-nés femelles, dans la région moyenne des ligaments larges ; le reste de la portion sexuelle est le soi-disant « *parovaire* » de *Kobelt* (le corps de *Rosenmueller*). On sait que chez la femme, celui-ci est situé dans le ligament large auprès du *bulbe ovarien*. Mais, chez certains mammifères, par exemple sur la vache et chez la chienne (voy. 32°), il est renfermé dans la trame même de l'ovaire. (Voy. pl. VI, fig. 59-61.)

36° Chez les mâles, la portion urinaire du corps de Wolff seule s'atrophie. Ce qui en reste forme le « corps innominé » de *M. Giraldès*. La partie sexuelle, en continuant à se développer, forme l'épididyme et les tubes séminaux. L'organe de *M. Giraldès* chez les mâles ne correspond donc pas au corps de *Rosenmuller* des femelles, mais à une autre partie du corps de Wolff, dont on ne trouve chez les femelles une trace nette que jusqu'à la naissance (voy. 35°), le reste de la portion urinaire du corps de Wolff. J'appelle cette partie le « *paroophoron* » et le corps de *M. Giraldès* le « *paradidyme* », tandis que j'appelle le corps de *Rosenmuller* « l'*époophoron* », pour exprimer ainsi sa correspondance avec l'*épididyme*. (Voy. pl. VI, fig. 59-61.)

37° Le conduit de *Mueller* prend origine d'un pli longitudinal de l'épithélium germinatif qui s'enfonce dans le tissu connectif du côté latéral du corps de Wolff. Ce pli, en s'isolant bientôt de la couche épithéliale superficielle, forme

un tube, savoir le *canal de Mueller*. Mais cet isolement ne se fait pas au bout antérieur de ce pli, il y reste plutôt une embouchure, c'est-à-dire le pavillon de la trompe. (Voy. pl. V, fig. 47-50, Z.)

38° L'épithélium de l'ovaire et celui de la trompe ont donc comme origine commune l'épithélium germinatif. Par conséquent, si l'on attribue à la trompe et à l'utérus une membrane muqueuse, on n'a plus la permission d'appeler la surface ovarienne une membrane séreuse, mais bien une couche muqueuse. (Voy. 3°.)

39° M. de Rechlinghausen pense avoir constaté que le sac péritonéal est une grande citerne lymphatique. Mais, de plus, il est démontré par ce qui précède, qu'une partie du moins de la cavité abdominale appartient à l'appareil génital. C'est cette partie que j'appelle la « *regio germinativa* », en l'opposant à l'autre partie du sac péritonéal, à la « *regio lymphatica* ».

40° Par les faits ci-dessus rapportés et principalement par les faits concernant l'épithélium germinatif, plusieurs autres points importants peuvent être interprétés ; tels sont ceux qui concernent : 1° beaucoup de kystes de la cavité péritonéale et particulièrement des ligaments larges ; 2° les embouchures multiples des trompes ; 3° les grossesses ovariennes et abdominales.

La surface de l'ovaire des batraciens et des poissons osseux n'est pas revêtue d'une couche épithéliale germinative. Néanmoins, le développement en est le même que celui des animaux vertébrés supérieurs. Seulement, les bords de l'ovaire, en se recourbant en haut, s'unissent tout à fait comme les bords du pli longitudinal enfoncé de l'épithélium germinatif durant le développement du *conduit de Mueller*. C'est de cette manière que l'épithélium germinatif, qui se trouve d'abord à la surface de l'ovaire, finit par être enveloppé, pour ainsi dire, de la masse de la trame ovarienne. Chez les poissons osseux, les trompes et l'ovaire, pendant cet enveloppement, ne cessent pas d'être en connexion.

Par là, la cavité des trompes se prolonge immédiatement dans une cavité semblable de l'ovaire.

Note sur un cas de pneumonie chronique interstitielle observée chez le Dauphin (Delphinus delphis, L.), par M. le docteur E. Goujon.

Les pêcheurs de sardines des côtes de Bretagne prennent fréquemment des dauphins ou marsoins qui s'embarrassent dans les filets, d'où on les retire sans qu'ils fassent beaucoup de résistance et le plus souvent à moitié asphyxiés, par l'impossibilité dans laquelle ils se sont trouvés pendant un temps assez long de venir respirer à la surface de l'eau.

Celui de ces animaux que j'ai eu l'occasion d'examiner avait été pris de cette façon, et il ne mesurait pas moins de $2^m,05$, taille qu'atteignent rare-

ment ceux de ces animaux qui fréquentent nos côtes. Parmi les altérations pathologiques dont il était porteur, il m'a paru curieux de constater chez cet animal vivant aussi différent du nôtre de la pneunomie chronique ou pneumonie des vieillards, avec tous les caractères anatomiques que nous lui connaissons chez l'homme. Bien que l'on trouve disséminées dans beaucoup de points du parenchyme pulmonaire ces indurations caractéristiques, le siége principal de cette altération se trouve à la base des deux poumons. Dans ces endroits, sur une grande étendue, les poumons n'étaient plus perméables à l'air et ces organes avaient subi une véritable hypertrophie dans ces points très-résistants et plus foncés que le reste, et rappelant par la coupe et la couleur l'aspect du tissu de la rate. Les parties, détachées du poumon, plongent rapidement au fond de l'eau, alors que les parties saines restent à la surface, et ce tissu est assez résistant, pour permettre d'en faire une coupe mince ; on ne constate guère par l'examen au microscope qu'une grande quantité de granulations, quelques leucocytes et beaucoup de tissu lamineux, dont on trouve encore des éléments en voie de développement. Les vésicules pulmonaires, de mêmes que les petites bronches, ont complétement disparu, envahies par cette matière amorphe granuleuse et le tissu lamineux qui forme la charpente très-résistante de ces productions pathologiques. On rencontre avec peine quelques capillaires dans ce tissu induré.

Dans la couche de graisse qui se trouve sous la peau de ces animaux, il existait chez celui que nous examinons un grand nombre de cysticerques, un peu plus petits que celui que l'on trouve dans les muscles du porc, mais leur paraissant semblables dans toutes les autres parties. Ce cysticerque se rencontre souvent dans la graisse des cétacés, et il a été étudié par M. Van Beneden.

J'ai également trouvé dans le foie du même animal deux grosses douves.

Contributions à l'étude des effets physiologiques de la conine, de l'éthylconine, de l'iodure de diéthylconium et de quelques autres poisons sur la fonction motrice des nerfs, par M. le docteur Louis Pélissard. (Thèse, Paris, 1869, in-4°.)

Dans son travail, M. Pélissard s'est appliqué à faire ressortir les différences que présentent entre elles toutes ces substances, tant par l'action qu'elles semblent exercer sur les nerfs moteurs que par leurs autres effets, plutôt qu'il n'a insisté sur des analogies d'action qui peuvent n'être qu'apparentes. Il l'a fait en soumettant à l'étude un certain nombre de ces substances, dont l'effet primitif ou ultime est d'abolir, comme le curare, la fonction motrice des nerfs, afin de pouvoir insister, par la comparaison de leurs effets avec ceux produits par le curare, sur les différences réelles de ces substances entre elles.

DÉRIVÉS MÉTHYLÉS DE LA STRYCHNINE, BRUCINE, THÉBAÏNE, MORPHINE, CODÉINE ET NICOTINE.

Dans un travail remarquable publié dans les Transactions de la Société royale d'Édimbourg, au mois de janvier 1868, MM. A. Crum Brown et Thomas R. Fraser, en étudiant le mode d'action physiologique des dérivés méthylés de la strychnine, brucine, thébaïne, morphine, codéine et nicotine, trouvent dans ces dérivés cinq substances possédant les propriétés physiologiques du curare (1).

Leurs expériences ont porté sur les iodures de méthyl-strychnium, brucium, etc., et sur les sulfates de ces mêmes bases. Le plus grand nombre de ces expériences ont été faites sur des lapins et sur des grenouilles. Chez les mammifères, ces physiologistes recherchent quelle est, d'une part, la dose qui amène des symptômes suffisants sans donner la mort, et quelle est, d'autre part, la dose limite, toxique. Ils procèdent par injections sous-cutanées et par introduction du poison dans l'estomac.

Les résultats physiologiques fournis par les iodures et les sulfates de méthyl-strychnium, brucium, thebaïum, morphium, codeium, étant à peu près identiques pour chacune de ces substances, nous nous bornerons, afin de montrer la marche des symptômes, à rapporter les deux expériences suivantes, faites avec l'iodure de méthil-strychnium et le sulfate de méthyl-strychnium par ces physiologistes.

Expérience I. — *Lapin*.— On injecte 0 gr. 975 d'iodure de méthyl-strychnium dans deux cavités préparées à l'avance dans le tissu cellulaire des flancs d'un lapin.

45 minutes après. On n'observe pas encore d'effets, mais bientôt le lapin se meut difficilement, ses jambes fléchissent graduellement, enfin il s'affaisse sur le ventre et sur le menton. Placé sur le flanc, il reste tranquille, sans faire aucun effort pour prendre une position normale. L'irritation ne produit aucun spasme ni ne donne la plus légère marque de l'augmentation dans l'excitabilité réflexe.

Après 1 heure. Levé par les oreilles, il pend flasque et mou ; on compte 64 respirations par minute. Il n'y a aucun mouvement volontaire.

1 heure 12 minutes après. Contraction du corps, spécialement des membres abdominaux. Les paupières ne se contractent pas en touchant la cornée, mais l'animal est encore en connaissance.

2 heures après. Les conditions sont encore les mêmes, seulement on peut provoquer des mouvements des paupières par une légère titillation des cils.

2 heures et demie après. Très-faibles mouvements comme spasmodiques dans les membres. On en provoque aussi dans le corps par l'irritation.

(1) On the Physiological Action of the Salts of the Ammonium Bases derived from Strychnia, Brucia, Thebaia, Codeia, Morphia and Nicotia. (Transactions of the Royal Society of Edinburgh. 1868, in-4°, t. XXV.)

2 heures 35 minutes après. L'état du lapin a beaucoup gagné, il fait des efforts pour se lever, dans l'intervalle desquels il gît parfaitement tranquille. La sensibilité de la cornée et de la conjonctive devient normale. — On suspend l'observation, et, quand on revoit l'animal, on le trouve complétement revenu à son état normal.

Expérience II. — On injecte 0,0065 milligr. de sulfate de méthyl-strichnium dissous dans 15 gouttes d'eau distillée dans le tissu cellulaire d'un lapin.

11 minutes après, l'animal titube.

12 minutes après. Il est sur le flanc; la tête et le corps s'affaissent; il n'a plus de mouvements volontaires. Une forte excitation ne provoque que de légers mouvements réflexes. La respiration est courte, laborieuse, et de 60 par minute.

En 15 minutes. Tressaillements de la poitrine et des membres abdominaux dont il est impossible de distinguer les mouvements respiratoires. La sensibilité de l'œil est presque perdue.

En 17 minutes. Plus de mouvements, excepté quelques légers tressaillements des muscles, tandis que l'irritation de la peau ne provoque aucun mouvement réflexe ni des yeux ni des membres.

Mort 18 minutes après.

4 minutes après la mort on fait l'autopsie. Le cœur bat normalement, 164 pulsations. Les mouvements de l'intestin sont bien marqués.

Le cœur s'arrête après 24 minutes, mais les mouvements de l'intestin se continuent encore quelque temps après.

6 minutes après la mort. Les muscles de la gorge sont agités de frémissements.

La galvanisation et l'excitation mécanique des nerfs sciatiques ne provoquent aucun mouvement dans les membres.

La rigidité cadavérique ne commence que 2 heures 40 minutes après la mort.

On le voit, les dérivés méthylés de la strychnine possèdent une action tout à fait différente de celle de l'alcaloïde lui-même. En effet, même lorsque la dose est mortelle, nous ne retrouvons pas les symptômes de l'empoisonnement par la strychnine.

Il n'y a ni convulsions, ni spasmes, l'excitabilité réflexe n'est point augmentée. Au lieu de violentes contractions spasmodiques et de rigidité musculaire, on observe de la paralysie et un relâchement des muscles.

A l'autopsie, le cœur se contracte normalement, et les nerfs moteurs sont paralysés ou vont bientôt l'être. Enfin, au lieu de l'arrivée presque immédiate de la rigidité cadavérique, propre à l'action de la strychnine, on voit que les muscles restent relâchés et contractiles pendant plusieurs heures.

Ajoutons enfin que, même des doses considérables de ces substances, introduites dans l'estomac, restent sans effet, tandis qu'il est loin d'en être ainsi pour la strychnine. Ces expériences montrent aussi qu'il y a analogie d'action entre cette substance et l'empoisonnement par le curare. (Cette analogie avait

été indiquée par M. Schroff à propos de l'azotate de méthyl-strychnium). En effet, on voit que dans l'empoisonnement par cette substance, comme dans celui par le curare, l'absorption par l'estomac est lente ou nulle. Comme par le curare, l'injection sous la peau amène d'abord la paralysie des mouvements volontaires; les actions réflexes cessent peu à peu de se manifester, la respiration diminue graduellement jusqu'à ce qu'ayant complétement cessé, l'animal meurt asphyxié. On a vu aussi qu'après la mort les muscles restent contractiles, tandis que les nerfs ont perdu leur excitabilité, que le cœur continue à battre régulièrement pendant longtemps encore, et que les mouvements péristaltiques de l'intestin restent normaux. Pour mieux établir encore cette similitude d'action, MM. Crum Brown et Fraser répètent sur des grenouilles les expériences de M. Claude Bernard. Ils empoisonnent d'abord une grenouille, dont ils ont lié les vaisseaux de l'un des membres postérieurs, puis une autre dont ils ont préservé seulement le muscle gastrocnémien et le nerf qui l'anime de l'action du poison. Ici encore identité d'action. Vient-on, alors que l'animal est complétement paralysé des mouvements volontaires, à pincer un point quelconque de la peau, la sensibilité est manifestée par des mouvements énergiques dans le membre réservé, et dans celui-là seul. La galvanisation des nerfs sciatiques ne provoque des contractions musculaires que dans cette patte seulement. Les mêmes excitants, employés sur la deuxième grenouille, ne font contracter que le muscle gastrocnémien isolé, à l'exclusion de tous les autres.

La même méthode expérimentale, appliquée à l'étude des effets des dérivés de la brucine et de la thébaïne (iodure et sulfate de méthyl-brucium, iodure et sulfate de méthyl-thébaium) montre que ces substances, loin d'être des poisons convulsants comme la brucine et la thébaïne, sont au contraire des agents paralysants comme le curare, et que leur action physiologique est sous tous rapports comparable à celle de ce dernier poison. Comme les dérivés méthylés de la strychnine, les dérivés de la brucine et de la thébaïne possèdent une énergie d'action beaucoup moins marquée que celle des alcaloïdes eux-mêmes; enfin, une dernière analogie d'action de ces dérivés avec le curare, c'est qu'ils sont, comme ce poison, beaucoup moins actifs par l'administration interne, dans l'estomac.

Les expériences faites avec l'iodure et le sulfate de méthyl-codéium, ainsi qu'avec l'iodure du méthyl-morphium, conduisent MM. Crum Brown et Fraser aux mêmes conclusions que pour les dérivés des alcaloïdes précédents; seulement, pour les dérivés de la morphine, ces auteurs trouvent, comme pour l'alcaloïde lui-même, qu'ils possèdent des propriétés hypnotiques très-manifestes, et que leur activité toxique est tout aussi grande que celle d'un sel de morphine quelconque.

Pour ce qui a rapport à l'action physiologique de l'iodure de méthyl-nicotium, et du sulfate de la même base, l'analogie d'action de ceux-ci avec le curare est moins parfaite. L'action de ces sels, aussi bien chez les mammifères que chez les grenouilles, ne va jamais jusqu'à la perte de l'excitabilité mo-

trice des nerfs : elle se borne à un affaiblissement passager de la motilité volontaire. Nous reviendrons du reste sur ce point en parlant de l'action physiologique de l'iodure de méthyl-conium, dont les effets présentent certaines analogies avec cette substance.

MM. F. Jolyet et André Cahours, postérieurement à la publication du travail de MM. Crum Brown et Thomas Fraser, dont ils n'avaient pas connaissance, arrivaient à la même conclusion que les deux physiologistes d'Édimbourg, relativement à l'analogie d'action des iodures de méthyl et d'éthyl-strychnium avec le curare. Dans leurs expériences chez les grenouilles dont on a isolé un membre de la circulation, MM. Jolyet et André Cahours avaient d'abord cru trouver dans la tendance aux convulsions toniques qui se montrent dans le membre préservé, à la suite de l'empoisonnement par les iodures de méthyl et d'éthyl-strychnium, une différence entre les effets physiologiques de ces substances et ceux du curare. Ils ont reconnu depuis que cette différence n'était qu'apparente et tenait à la difficulté qu'il y a de combiner intimement les iodures de méthyl et d'éthyle à toute la strychnine ; à ce que, par conséquent, il restait une petite quantité de strychnine libre dont les effets convulsifs affaiblis s'ajoutaient aux effets paralysants des iodures de méthyl et d'éthyl-strychnium. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1869.)

DÉDUCTIONS PHYSIOLOGIQUES ET MODE D'ACTION INTIME.

A l'aide des expériences au nombre de 40 qui lui sont propres, M. Pélissard ayant fait connaître un certain nombre de poisons, qui amènent, soit primitivement, soit à un certain moment de l'empoisonnement, la paralysie des mouvements volontaires et réflexes et la perte de l'irritabilité des nerfs moteurs, il cherche à donner une idée du mode d'action intime de ces substances, et spécialement des premières.

D'une manière générale, les phénomènes de l'empoisonnement par toutes ces substances peuvent se résumer ainsi :

Un premier fait est le suivant. Si l'on empoisonne une grenouille avec une forte dose d'une de ces substances (curare, iodure de méthyl-trychnium, chlorhydrate d'éthyl-conium) et qu'aussitôt après la mort on découvre les nerfs et les muscles, on constate que les nerfs moteurs ont complétement perdu cette propriété physiologique de provoquer des contractions dans les muscles sous l'influence des excitants électriques, mécaniques et chimiques.

Les muscles, au contraire, ont conservé intactes leurs propriétés physiologiques ; ils se contractent avec énergie quand on les excite directement. Il s'est assuré, par l'expérience suivante imaginée par M. Cl. Bernard à propos du curare, que, dans l'empoisonnement par l'iodure de méthyl-trychnium, la conine ou un de ses dérivés, les propriétés physiologiques des muscles ne sont pas atteintes, et que ceux-ci se contractent aussi bien et aussi longtemps dans une partie empoisonnée que dans une partie restée saine.

On empoisonne, par une de ces substances, une grenouille, dont on a

réservé préalablement un des membres postérieurs ; et, quand l'animal est empoisonné, on lie l'artère iliaque du côté opposé. Dans ce cas, on peut constater que la contractilité ne dure pas plus longtemps dans la jambe saine que dans la jambe empoisonnée, et que l'énergie des contractions est égale de part et d'autre. Nous retrouvons donc dans ces agents toxiques des réactifs capables d'isoler aussi, comme le fait le curare, l'irritabilité hallérienne de la motricité nerveuse.

L'expérience par laquelle on préserve de l'empoisonnement un des membres postérieurs de l'animal, peut encore servir à démontrer que la sensibilité est conservée, dans l'intoxication, par les substances que nous avons citées plus haut. Il suffit, en effet, de pincer légèrement un point quelconque de l'animal paralysé, pour provoquer aussitôt des mouvements énergiques dans le membre préservé.

Si l'on n'a en a vue que ces faits, défaut de réaction des muscles sous l'influence de l'excitation des nerfs, conservation du pouvoir contractile des muscles et de la sensibilité dans l'empoisonnement par le curare, et ses homologues, au point de vue physiologique, il semble tout naturel d'admettre que ces substances portent leur action sur les nerfs moteurs eux-mêmes, pour en détruire l'excitabilité, sans atteindre la fibre sensitive ni le muscle.

Dans cette hypothèse, une autre question se présente alors ; c'est de savoir comment l'action du curare et de ses homologues se produit sur les nerfs moteurs. Cette action semble se produire sur l'extrémité du nerf. Une expérience déjà ancienne de Fontana montre que le curare ne porte pas son action sur le tronc nerveux lui-même. Il coupe le nerf sciatique sur un lapin, puis il imbibe le trajet du nerf avec du curare pendant toute une nuit ; et le lendemain, il trouve que le nerf a conservé ses propriétés, puisque son excitation fait contracter les muscles. Il en conclut que le curare n'agit pas sur les nerfs. Cette expérience, répétée en la variant par tous les physiologistes, montre en effet que le curare n'agit pas sur les troncs nerveux ; mais elle ne montre pas que celui-ci ne porte pas son action sur l'extrémité du nerf. Mais, si Fontana a démontré que le curare n'agit pas sur les troncs nerveux, il n'a cependant pas institué d'expérience pour montrer que ce poison pourrait agir sur les extrémités des nerfs, bien qu'il se soit fait à lui-même cette objection.

M. Bernard a fait voir, par les expériences que nous allons rapporter, que le curare paraît agir d'une façon élective sur les extrémités des nerfs moteurs. Il enlève sur une grenouille les deux muscles gastro-cnémiens avec les filets nerveux qui s'y distribuent. Dans un verre de montre qui contient de la dissolution de curare, il place le nerf de l'un des muscles, de façon que le muscle soit bien à l'abri du contact du poison : dans un autre verre de montre, contenant également du curare dissout, on met l'autre muscle en ayant soin de tenir le nerf hors du verre. Or, c'est ce dernier nerf qui perd son action sur le muscle, tandis que celui qui était en contact direct avec le curare conserve sa motricité.

Cette autre expérience de MM. Bernard et Kölliker, répétée par un grand nombre de physiologistes, par MM. Crum Brown et Fraser, à propos de leurs expériences sur les dérivés méthylés de la strychnine, brucine, etc., et par M. Pélissard à l'occasion de ses recherches, sur la conine et ses dérivés, établit d'une façon très-nette que le curare, ainsi que ses homologues, n'agissent pas tout d'abord sur toute la longueur des fibres nerveuses motrices, mais que leur action se produit primitivement à l'extrémité périphérique de ces fibres. Pour cela, on isole, sur une grenouille, un muscle, le muscle gastronémien, par exemple; on le sépare de façon qu'il ne soit plus en communication avec le membre que par le nerf et le vaisseau qui s'y distribuent; puis on lie le vaisseau, et alors on empoisonne la grenouille avec du curare. De tout le système nerveux de la grenouille, le filet nerveux de ce muscle restera seul à l'abri du poison. Si l'on galvanise le tronc nerveux, d'où émane ce filet nerveux, lorsque l'empoisonnement sera complet, on n'obtiendra de contraction que dans le muscle correspondant que l'on a mis en quelque sorte hors de la circulation générale par la ligature; pas un des autres muscles animés par le tronc nerveux que l'on galvanise n'entrera en contraction. Le tronc nerveux n'a donc pas perdu sa motricité, mais il n'agit plus que sur un muscle, parce que toutes ses extrémités musculaires sont paralysées, à l'exception d'un seule, celle du filet qui se rend à ce muscle.

Chez les mammifères, les phénomènes de l'intoxication par les poisons dits des nerfs moteurs ne sont pas différents au fond de ceux qu'on observe chez les batraciens. Toutefois l'auteur croit devoir insister sur quelques particularités de cette action. On doit distinguer l'intoxication à dose forte ou par introduction dans le sang de l'intoxication à dose faible, et par absorption. Dans le premier cas, les nerfs perdent rapidement et presque en même temps leur propriété de faire contracter les muscles sous l'influence du galvanisme. Dans le second cas, l'action est lente et progressive. L'animal se paralyse graduellement, d'abord des mouvements les plus volontaires, et en dernier lieu des mouvements respiratoires, et la mort arrive par asphyxie. A ce moment, si l'on met le nerf sciatique à nu, on constate qu'il a conservé sa motricité, au moins en partie, et qu'il en est de même pour tous les autres nerfs musculaires. L'animal est donc paralysé des mouvements volontaires et réflexes à un moment où tous les nerfs sont excitables par le galvanisme.

Ce phénomène, observé par MM. Vulpian et Pélikan, avait trompé ces physiologistes, qui avaient cru d'abord que le curare ne produisait pas chez les mammifères les effets (perte de la motricité nerveuse) qu'on observe chez les batraciens. Ils reconnurent plus tard qu'il n'en est rien, qu'il n'y avait là qu'une des phases de l'empoisonnement et que cette action du curare était la même chez les premiers que chez les seconds lorsqu'elle était entièrement accomplie. Ce fait, à savoir que les mammifères sont paralysés des mouvements volontaires et réflexes à un moment où les nerfs sont excitables au galvanisme, est un point sur lequel nous croyons devoir insister ici parce qu'on le retrouve comme première phase de l'intoxication par toutes les substances

dont nous analysons le mode d'action et même comme unique phase pour quelques-unes d'entre elles.

Quand on empoisonne un animal, soit par l'iodure de méthyl-strychnium, brutium, thébaïum, etc , après un certain temps, l'animal tombe paralysé, parce qu'il a perdu la faculté de pouvoir agir sur ses muscles par sa volonté. Si la dose du poison est convenablement graduée, la paralysie sera successive ; elle atteindra d'abord les nerfs les plus volontaires et commencera par les nerfs des membres et ceux du larynx et pourra respecter les mouvements respiratoires ; le poison s'éliminera peu à peu et l'animal reviendra à son état normal au bout d'un certain temps. Si la dose est plus forte, la paralysie s'étendra aux mouvements respiratoires, et la mort aura lieu par asphyxie, et dans ce cas, suivant que la dose aura été plus ou moins forte, les nerfs auront perdu ou conservé leur excitabilité électrique. Pour certaines de ces substances mêmes, cette distinction est encore plus nette. L'action du poison ne va jamais jusqu'à la perte de l'excitabilité électrique des nerfs : elle se borne, même quand la dose est très-forte et que la mort s'ensuit, à produire la paralysie en interrompant seulement le passage des excitants volontaires.

Si nous résumons tout ce qui vient d'être dit, nous voyons que les conditions de l'action de toutes ces substances sont les suivantes :

1° Le poison doit être porté à l'extrémité des nerfs moteurs : on peut le mettre en contact avec l'origine et le trajet du nerf, il n'agit pas.

2° L'action de ces substances se traduit par l'impossibilité de développer des contractions musculaires quand on excite le nerf empoisonné (batraciens), par cette même impossibilité ou tout au moins par l'empêchement apporté au passage des excitants volontaires (mammifères).

3° L'intoxication respecte la sensibilité et l'irritabilité musculaire.

La question sera maintenant de savoir en quoi consiste cette action à l'extrémité périphérique des nerfs moteurs. Est-ce bien du reste sur ces extrémités qu'agissent ces substances ? Et d'abord, il n'y a là aucune lésion histologique de ces parties, et non plus aucune altération physique ou chimique du nerf qui pourrait amener la perte de ces propriétés, comme on s'en est assuré pour quelques-unes de ces substances. M. Funke, en effet, a démontré que, dans l'empoisonnement par le curare et par la conine, les fibres nerveuses conservent leur force électro-motrice ; tous les phénomènes électriques s'y manifestent comme dans l'état normal, et il est difficile de ne pas voir là un indice de l'intégrité physiologique de ces fibres.

L'hypothèse que les fibres nerveuses motrices ne sont pas touchées par les poisons, qu'on est convenu d'appeler poison des nerfs moteurs, prend selon nous une grande valeur, quand on l'appuie sur les considérations relatives à la physiologie générale des nerfs, que nous allons rappeler ici.

Il faut établir dans les nerfs une différence bien tranchée entre leurs fonctions et leurs propriétés. La fonction est différente pour les nerfs moteurs et sensitifs. C'est la motricité et la sensitivité. Le nerf moteur est caractérisé par

cela qu'il se termine d'une part dans une cellule de la moelle épinière, cellule motrice, et d'autre part dans les fibres musculaires elles-mêmes. Le caractère fonctionnel du nerf moteur c'est cette aptitude qu'il a de transmettre du centre à la périphérie les excitations émanées de la volonté, et dont le résultat est la contraction des muscles dans lesquels se rend le nerf.

Le nerf de sensibilité a également deux terminaisons, l'une périphérique (peau, muqueuse), l'autre centrale ou médullaire. L'usage du nerf sensitif est cette aptitude qu'il a de transmettre d'une façon centripète les excitations produites à la périphérie, au centre récepteur, dont la mise en activité a pour résultat la production d'une sensation. L'action physiologique d'une fibre nerveuse, c'est-à-dire le résultat de sa mise en activité, est donc pour le nerf sensitif une excitation des centres nerveux, et pour la fibre nerveuse motrice une contraction des fibres musculaires.

L'action des nerfs moteurs et sensitifs est donc le résultat de la mise en jeu de l'activité propre à divers éléments histologiques. La motricité et la sensitivité, n'étant pas une propriété intrinsèque des fibres nerveuses motrices et sensitives, ne peuvent être leur propriété physiologique propre. Les phénomènes électriques qui se passent dans les nerfs montrent qu'il s'y produit une modification matérielle passagère, sous l'influence des excitations. Cette modification est évidemment indépendante de l'effet produit à l'une ou à l'autre des extrémités des fibres nerveuses, et c'est elle qui constitue le mode d'activité de ces fibres, leur propriété physiologique spéciale, c'est ce qu'on a appelé la *neurilité*.

Les expériences de MM. Vulpian et Philipeaux sur la réunion bout à bout des nerfs de fonction différente ont montré que la neurilité est la même dans les fibres nerveuses sensitives et dans les fibres nerveuses motrices. On réunit l'extrémité centrale du nerf lingual (nerf sensitif) avec le bout périphérique du nerf hypoglosse (nerf moteur). Il se fait après un certain temps une soudure qui établit une communication intime entre les deux bouts des nerfs réunis. Le bout périphérique du nerf hypoglosse, séparé de son centre trophique, subit d'abord une dégénération complète, et se régénère ensuite dans toute sa longueur. Or, lorsque ce travail de cicatrisation et de régénération est accompli, on peut constater que les excitations produites sur l'un des bouts du nerf se transmettent à l'autre bout. Excite-t-on le bout central du nerf (nerf lingual), l'excitation se propage au travers de la cicatrice nerveuse, jusque dans le bout périphérique (nerf hypoglosse), et provoque des contractions énergiques des muscles de la langue, auxquels se distribuent les filets nerveux de ce bout périphérique. L'excitation, dans ce cas, s'est donc propagée dans le nerf lingual du centre à la périphérie, c'est-à-dire dans un sens inverse au transport des excitations à l'état normal dans les nerfs sensitifs, et aussi elle s'est propagée d'un nerf d'une fonction à un nerf d'une fonction différente.

La même expérience, faite en réunissant le bout périphérique de l'hypoglosse avec le bout périphérique du nerf grand sympathique montre que la

transmission des excitations peut se faire également d'un nerf du système cérébro-spinal au travers des fibres nerveuses du système grand sympathique. La galvanisation, en effet, du bout périphérique de l'hypoglosse entré en relation avec le bout supérieur du cordon cervical sympathique détermine, lorsque la réunion est achevée, tous les phénomènes oculo-pupillaires qui se manifestent sous l'influence de la galvanisation de ce cordon lui-même.

Ces expériences donc, en montrant que les excitations peuvent se propager dans tous les sens dans les nerfs, et d'un nerf d'une fonction à un nerf d'une autre fonction, montrent aussi que la modification matérielle passagère qui se produit dans les fibres nerveuses au moment de leur excitation est bien indépendante de l'effet produit à l'une ou à l'autre extrémité de ces bouts. C'est la propriété physiologique intrinsèque des fibres nerveuses, la neurilité, et elle est commune à tous les nerfs, qu'ils soient sensitifs ou moteurs, ou qu'ils fassent partie du système nerveux grand sympathique.

L'hypothèse, avons-nous dit, que le curare et ses homologues portent leur action sur les nerfs moteurs eux-mêmes, ne peut se concilier avec ce fait, que la propriété physiologique des nerfs est la même pour tous. S'il en était ainsi, ces poisons devraient porter leur action sur tous les nerfs moteurs, et même sur les nerfs sensitifs. Or, nous trouvons dans le mode d'action différent de ces substances sur les nerfs moteurs, et dans la conservation de la sensibilité, une preuve irréfutable, selon nous, que ces poisons n'agissent point sur les nerfs eux-mêmes. Il y a des nerfs moteurs volontaires et des nerfs moteurs qui sont soustraits à l'influence de la volonté ; enfin, il y a des nerfs paralysants (rameaux du spinal qui vont au cœur) qui ont la propriété d'arrêter les battements du cœur. Pour le curare, on sait qu'il ne paralyse pas tous les nerfs. En effet, M. Vulpian a montré que les nerfs du système grand sympathique (nerfs vaso-moteurs, filets de ce système destinés à l'iris) ont encore leur motricité deux ou trois heures après que les nerfs sciatiques ont perdu leur excitabilité. Les nerfs pneumogastriques, lorsqu'on les excite, font encore contracter l'estomac, arrêtent encore les mouvements du cœur, chez le chien, deux ou trois heures après la disparition de la motricité de ces mêmes nerfs sciatiques, si l'on a entretenu jusque-là les mouvements du cœur, au moyen de la respiration artificielle. Chez le chat, ils font encore contracter la moitié inférieure de l'œsophage (muscles lisses) et l'estomac, alors qu'ils n'ont plus d'action sur la moitié supérieure (muscles striés) de l'œsophage.

Pour la conine et ses dérivés, nous avons vu, dans les expériences que nous avons rapportées, une distribution différente de l'action de ces substances sur les divers nerfs moteurs. En effet, tandis que par le curare, les nerfs pneumogastriques conservent toujours leur action modératrice sur les battements du cœur, ils la perdent au contraire très-rapidement par l'action de la conine et de ses dérivés. Chez le chat, ces nerfs perdent également leur action sur les fibres lisses de la moitié inférieure de l'œsophage. Par l'iodure du diéthyl-conium même, l'action de cette substance paraît être tout à fait diffé-

rente, et en quelque sorte inverse, sur les nerfs moteurs, de ce qu'elle est pour le curare, puisque les nerfs moteurs volontaires conservent leur propriété de faire contracter les muscles, sous l'influence du galvanisme, alors que certains nerfs moteurs involontaires (rameaux du spinal qui vont au cœur et à la moitié inférieure de l'œsophage) paraissent avoir perdu la leur.

Si, en se basant sur les raisons ci-dessus exposées, on veut bien admettre que le curare et ses congénères physiologiques ne portent pas plus leur action sur les troncs nerveux que sur leurs extrémités périphériques, il ne reste plus que deux hypothèses pour expliquer cette action. En fait, il y a interruption dans le passage des excitations volontaires et électriques des nerfs au muscle, et la cause de cette interruption ne doit être cherchée que dans une modification du muscle lui-même, ou dans une viciation du milieu organique qui baigne les extrémités terminales des nerfs et les muscles par le poison. Il y a pour les éléments histologiques deux conditions de vie ou de fonctionnement : l'une est dans l'intégrité de ces éléments eux-mêmes, l'autre dans l'intégrité du milieu organique dans lequel vivent ces éléments. Or, il est difficile de croire à une altération des muscles qui empêcherait qu'ils se contractent sous l'influence des excitations portées sur les nerfs, puisque ces muscles ont conservé leurs propriétés et leur contractilité normales. C'est donc dans la viciation du sang ou du milieu organique par le poison qu'il faut chercher la cause de cette interruption, l'intégrité de ce milieu étant la condition nécessaire des relations des nerfs et des muscles entre eux.

Pour bien comprendre cette influence excitatrice du sang sur les extrémités terminales des nerfs et les muscles, il suffit de se rappeler ce qui se passe dans les cas d'anémie périphérique. Quand on vient à supprimer tout d'un coup la circulation dans le train postérieur, chez un mammifère, par la ligature des troncs artériels de ces parties, ou mieux encore par l'injection de poudre de lycopode dans les vaisseaux, on observe presque aussitôt après l'interruption du cours du sang une paralysie très-rapide des mouvements volontaires et réflexes dans les membres postérieurs ainsi privés de sang. Les mouvements volontaires sont abolis une à cinq minutes après cette suspension, et, presque instantanément, on observe une diminution remarquable de la puissance de ces mouvements (Vulpian). Et cependant, à ce moment, l'irritabilité musculaire paraît intacte, l'excitabilité motrice des nerfs semble normale. Ce n'est que plus tard que la contractilité des muscles et l'excitabilité des nerfs commencent à diminuer pour disparaître ensuite, celle-ci disparaissant avant celle-là. Quant à la sensibilité, elle persiste un temps beaucoup plus long.

Si l'on compare ces effets à ceux produits par le curare, il semble que celui-ci exerce une action analogue à celle qui résulte de la soustraction du sang à la périphérie des nerfs et dans les muscles, avec cette différence toutefois que, dans l'action du curare, il n'y a qu'interruption du passage des excitations volontaires et électriques du nerf au muscle, mais pas d'altération physique ou chimique de ces éléments. Dans l'anémie périphérique, au con-

traire, en outre de ces mêmes phénomènes, il se produit une altération de nature chimique du muscle, cause de la diminution et de l'abolition de l'irritabilité musculaire, qui résulte de la privation même du sang. Le curare et ses homologues, en pénétrant dans le sang, agiraient donc comme s'ils enlevaient à ce liquide une seule de ses propriétés, celle qui est la condition des relations physiologiques entre les fibres nerveuses et les fibres musculaires, en lui laissant celles qui sont la condition de la conservation et de l'entretien des propriétés physiologiques de ces éléments. Ils ne supprimeraient que la fonction.

Pour bien faire comprendre l'idée que nous nous faisons de cette action du curare, sur la fonction motrice des nerfs, nous la comparerons à celle de l'acide carbonique dans le cas d'asphyxie.

La respiration consiste essentiellement dans un échange entre le gaz acide carbonique du sang et l'oxygène de l'air atmosphérique. Supposons que l'acide carbonique s'accumule dans l'air : il arrivera un moment où ce gaz s'accumulera dans le sang, ne pouvant plus en sortir parce que, avons-nous dit, la respiration est un échange, et que pour que cet échange se fasse, il faut que les gaz soient de nature différente. L'animal mourra asphyxié, dans un milieu qui pourra contenir une quantité d'oxygène plus que suffisante pour les besoins de l'oxygénation de son sang. Et, cependant, l'acide carbonique n'a aucune propriété délétère par lui-même ; il aura agi seulement, par sa présence, en troublant les rapports de l'animal avec le milieu extérieur. De même, dans l'asphyxie par les poisons moteurs, ceux-ci, en s'accumulant de plus en plus dans le milieu organique intermédiaire aux nerfs et aux muscles, interceptent toute communication entre les premiers et les seconds, et cependant ces substances n'auraient aucune action toxique ni sur les nerfs, ni sur les muscles, dont ils laisseraient intactes toutes les propriétés, pour ne troubler seulement, par une action de présence, que les rapports physiologiques des premiers sur les seconds.

Si la comparaison est exacte, si ces substances n'ont, comme dans le cas de l'acide carbonique, tué aucun élément anatomique, il va suffire, pour faire disparaître tous les phénomènes de l'empoisonnement, d'enlever la substance du milieu organique, qu'elle vicie, comme dans le cas d'asphyxie par l'acide carbonique il suffit d'enlever ce gaz pour faire cesser les phénomènes d'asphyxie. C'est en effet ce qui a lieu. Prenons le membre d'un animal empoisonné par le curare ; par exemple, l'excitation de son nerf ne produit plus aucune contraction dans les muscles auxquels il se rend. Eh bien, il va suffire de faire une transfusion de ce membre, avec du sang normal, de laver avec ce liquide les extrémités terminales des nerfs, et les muscles, de remplacer, en d'autres termes, le milieu altéré par la présence de la substance, par un milieu sain, pour voir reparaître, après quelques-uns de ces lavages, la fonction motrice du nerf. Évidemment, il n'y avait point là d'altération des éléments anatomiques nerveux, ou bien cette altération était bien peu de chose, puisqu'il a suffi d'un simple lavage pour faire reparaître la fonction abolie.

Que fait-on du reste lorsque, par la respiration artificielle, on ramène à la vie les animaux empoisonnés ? On supplée simplement à une fonction qui est supprimée, on entretient l'oxygénation du sang, et on empêche la mort des éléments anatomiques par asphyxie. On donne ainsi au poison le temps de s'éliminer de l'organisme par ses émonctoires naturels. Chez les grenouilles, la respiration cutanée, suffisant à entretenir l'oxygénation du sang et la vie des éléments anatomiques, l'animal revient de lui-même à l'existence, lorsque la substance est éliminée de l'organisme. Pour les poisons, au contraire, qui agissent sur les éléments histologiques (poisons des globules sanguins, poisons des muscles), la mort est sans appel. Car, pour ramener les animaux à l'existence, il faudrait pouvoir remplacer de toutes pièces les éléments qui sont détruits par le poison, par des éléments sains.

En résumé, M. Pélissard admet donc que le curare et les substances qui, comme lui, abolissent la fonction motrice des nerfs, n'agissent pas du tout sur les éléments nerveux eux-mêmes, pas plus que sur les fibres musculaires : que ces agents se bornent à rompre, par une action dont nous ne pouvons nous faire actuellement aucune idée précise (sorte d'action de présence), les relations physiologiques des nerfs sur les muscles, en opposant un obstacle au passage des excitations des premiers sur les seconds. A mesure que la substance s'accumulera dans le milieu organique, elle opposera une résistance de plus en plus grande au passage des excitations du nerf au muscle ; elle arrêtera d'abord le passage des excitations volontaires, parce que ce sont les plus faibles, et tout même pourra se borner là pour certaines substances (iodure de diéthyl-conium, iodure de diéthyl-nicotium); puis elle opposera un obstacle insurmontable aux excitations plus fortes, aux excitations électriques. Suivant la substance, et suivant les rapports anatomiques des nerfs et des muscles entre eux (ces rapports ne sont certainement pas les mêmes pour les muscles de la vie organique et pour les muscles de la vie animale, pour les muscles striés et pour le cœur), on comprendra que telle substance puisse abolir la fonction motrice de certains nerfs et la respecter dans d'autres nerfs.

Mais, quoi qu'il en soit de cette action interne qui reste tout entière à déterminer, il nous suffit de l'avoir rejetée hors des nerfs moteurs ; ce sur quoi l'auteur a voulu surtout insister.

De plus, cet effet envisagé seul, et en dehors des autres manifestations d'une substance toxique, n'a rien de caractéristique, puisqu'on le retrouve comme effet primitif et unique pour quelques substances (curare, iodure de méthyl-strychnium, etc.), et comme effet final pour un grand nombre d'autres substances (conine, éthyl-conine, nicotine, etc.).

Recherches physiologiques sur la respiration des poissons (1), par N. Gréhant.

Les recherches les plus importantes qui aient été faites sur la respiration des poissons sont dues à de Humboldt et Provençal. Ces expérimentateurs ont placé des poissons dans une cloche pleine d'eau ; au bout d'un certain temps, l'air resté dans le liquide fut extrait par l'ébullition de l'eau dans un grand ballon muni d'un tube abducteur qui se rendait sous une cloche pleine de mercure. D'autre part, un égal volume de la même eau dans laquelle le poisson n'avait pas respiré fut soumis à l'extraction des gaz, et la comparaison des résultats fournis par les deux opérations montra que le poisson avait absorbé de l'oxygène et de l'azote et produit de l'acide carbonique.

Une Tanche placée dans 2400 centimètres cubes d'eau a pris en dix-sept heures tout l'oxygène dissous, moins 2/100 du volume des gaz retirés.

De Humboldt et Provençal ont placé sept Tanches dans 2582 centimètres cubes d'eau de Seine pendant l'hiver ; les gaz retirés après huit heures de séjour des poissons furent analysés. (Pour rendre ses résultats comparables avec ceux de MM. de Humboldt et Provençal, M. Gréhant a calculé les volumes gazeux qu'ils ont trouvés dans un litre d'eau.)

Un litre d'eau avant la respiration contenait :		Un litre d'eau après la respiration contenait :	
cc		cc	
6,03	Oxygène.	0,40	Oxygène.
13,43	Azote.	11,20	Azote.
0,81	Acide carbonique.	5,92	Acide carbonique.

Ainsi, presque tout l'oxygène de l'eau a été absorbé ; l'azote a été absorbé en une proportion considérable, puisqu'elle s'élève à 1/6e environ du volume d'azote primitivement contenu dans l'eau. Le volume d'acide carbonique produit est moindre que celui de l'oxygène absorbé, il est environ les 4/5es de celui-ci.

Aussi de Humboldt et Provençal concluent de leurs expériences que l'oxygène enlevé à l'eau n'est jamais entièrement représenté par l'acide carbonique produit, ce dernier ne s'élève qu'aux 4/5es du premier

Le corps des Tanches agit sur l'eau comme des branchies ; pour le reconnaître, les expérimentateurs ont placé dans l'eau le corps d'un poisson et la tête au dehors.

Des Tanches auxquelles on avait enlevé la vessie natatoire depuis trois jours furent placées dans de l'eau, et l'on reconnut que l'absorption d'oxygène et d'azote fut considérable, mais la production de l'acide carbonique nulle.

(1) Extrait de la thèse pour le doctorat et sciences de M. le docteur N. Gréhant. Paris, 1870, in-4°, p. 39.

Le procédé que de Humboldt et Provençal ont employé pour déplacer les gaz de l'eau ne permet d'obtenir avec certitude que l'azote et l'oxygène, car l'acide carbonique ne peut être chassé de l'eau que par une longue ébullition qui fait alors passer dans la cloche sur le mercure un grand volume de liquide : l'eau refroidie par le contact du métal peut alors absorber de nouveau une partie de l'acide carbonique obtenu.

De plus, on est obligé, pour remplir le ballon, de verser à travers l'air l'eau respirée par le poisson. Toutefois, le procédé suivi par Humboldt et Provençal était le seul employé pour l'extraction des gaz de l'eau à l'époque où ces illustres expérimentateurs ont exécuté leur travail. On possède depuis quelques années seulement un appareil d'extraction des gaz dissous dans un liquide fondé sur l'emploi de la pompe à mercure, qui, permettant d'obtenir complétement les gaz dissous dans l'eau, peut être employé à l'étude de la respiration des poissons.

APPAREIL D'EXTRACTION DES GAZ DISSOUS DANS UN LIQUIDE.

L'appareil pour extraire les gaz qui résultent de la décomposition de l'urée peut, avec quelques modifications être, employé à l'extraction de l'air de l'eau ; il suffit d'augmenter ses dimensions pour qu'il puisse recevoir un litre de liquide ; le col d'un ballon tubulé du volume d'un litre est fixé par un tube de caoutchouc à un tube de verre de même diamètre, long d'un mètre environ, que l'on réunit à la pompe à mercure ; ce tube et l'assemblage de caoutchouc sont enveloppés d'un manchon de verre ou de zinc dans lequel on peut faire circuler un courant d'eau froide. La tubulure du ballon est fermée par un bouchon de caoutchouc dans lequel est fixé un tube de plomb qui se recourbe plusieurs fois, porte un robinet de verre et un bout libre suffisamment long. Le ballon est complétement immergé dans un bain d'eau que l'on porte à l'ébullition ; le robinet de verre et ses points de jonction avec le tube de plomb sont maintenus plongés dans une terrine pleine d'eau froide ; par tous les points où l'air extérieur pourrait pénétrer dans l'appareil il y a une fermeture hydraulique.

On prend soin tout d'abord que le tube de plomb soit plein d'eau et qu'il y ait un peu d'eau dans le ballon ; dans le manchon tenu incliné sur l'horizon on fait circuler de l'eau froide, puis, adaptant la machine pneumatique ordinaire, on fait le vide dans l'appareil, puis on obtient par quelques manœuvres de la pompe à mercure le vide absolu ; l'appareil ne contient plus que de la vapeur d'eau.

L'extrémité du tube de plomb est immergée dans le liquide dont il s'agit d'extraire les gaz, que ce soit de l'eau ou du sang ; dès que l'on ouvre le robinet de verre, on voit le liquide se précipiter dans le ballon, entrer en ébullition rapide ; les gaz se dégagent, on les recueille en faisant manœuvrer la pompe.

Avant d'employer cet appareil, M. Gréhant a cherché s'il permet d'obtenir un dégagement complet de l'acide carbonique simplement dissous dans l'eau,

Extraction de l'acide carbonique d'une solution aqueuse qui renferme un volume connu de ce gaz. — Un ballon de verre presque rempli d'eau distillée reçoit un bouchon de caoutchouc traversé par un tube droit de verre ; l'eau est maintenue à l'ébullition pendant une heure ; au bout de ce temps, on ferme l'entrée du tube avec le doigt recouvert de caoutchouc et le ballon est retourné sur une cuve à mercure ; le métal monte dans le ballon et l'eau qui reste au-dessus ne présente aucune bulle de gaz ; on abandonne le liquide au refroidissement.

On prépare de l'acide carbonique pur ; avant d'employer le gaz on le soumet à l'analyse : 40^{cc},5 de gaz sont recueillis sur le mercure, un morceau de potasse absorbe 40^{cc},1 d'acide carbonique pur, et il reste seulement 0^{cc},4 d'air.

Dans le même tube gradué, bien lavé pour qu'il ne reste pas de potasse, on recueille sur le mercure exactement le même volume de gaz dont la composition est maintenant connue et l'on fait passer les 40^{cc},5 d'acide carbonique dans l'eau distillée purgée d'air sur le mercure ; l'eau absorbe complétement le gaz.

L'appareil d'extraction étant vide, l'extrémité d'un tube de caoutchouc à parois épaisses plein d'eau fixé au tube de plomb est introduite jusqu'à la partie la plus élevée de la solution d'acide carbonique ; on fait passer dans l'appareil à dégagement la totalité du liquide dont le volume était de 315 centimètres cubes et même un peu de mercure, ce qui n'offre pas d'inconvénient.

	cc	
Deux manœuvres de la pompe font recueillir......	40,00	de gaz.
La potasse absorbe..........................	39,60	d'acide carbonique.
Il reste..................	0,40	d'air.

	cc	
Trois nouvelles manœuvres de la pompe ne dégagent que	0,55	de gaz.
La potasse absorbe.............................	0,50	d'acide carbonique.
Il reste......................	0,05	d'air.

Ainsi, on a obtenu 40^{cc},1 d'acide carbonique pur, c'est-à-dire exactement le volume que l'eau avait absorbé, et 0^{cc},45 d'air au lieu de 0^{cc},4 que l'eau avait absorbé, on ne pouvait espérer un résultat aussi parfait.

Cette expérience démontre que l'appareil à extraction des gaz uni à la pompe à mercure permet d'extraire complétement l'acide carbonique simplement dissous dans un liquide, et en même temps elle fait voir que dans l'appareil on avait d'abord obtenu un vide absolu, puisqu'on ne retrouve pas plus d'air que celui qui a été dissous par l'eau avec l'acide carbonique dont il altérait un peu la pureté.

Description de la cloche employée. — M. Gréhant s'est servi de ce mode si parfait de dégagement des gaz pour étudier de nouveau la respiration des poissons. Il est nécessaire de placer les animaux dans un flacon plein d'eau, s'ils sont

petits, ou dans une cloche plus ou moins grande suivant la quantité d'eau qui doit servir à la respiration. Il dispose une cloche tubulée de la manière suivante :

Il choisit deux vases cylindriques, l'un plus large que la cloche, l'autre un peu plus étroit ; dans le premier il verse du mercure sur lequel il fait flotter le second, qui reçoit les poissons dont on a déterminé le poids à l'avance. Il recouvre ensuite avec la cloche dont la tubulure est ouverte. Avec des vases gradués, la cloche est complétement remplie d'un volume d'eau connu ; le mercure, déprimé dans la cloche, s'élève au dehors à une hauteur telle qu'elle fasse équilibre à la colonne d'eau qui remplit la cloche. On ferme ensuite la tubulure avec un bouchon traversé par un tube de verre recourbé, plein d'eau, qui est fermé en dehors par un tube de caoutchouc et une baguette de verre plein.

Par cette disposition, les poissons ne peuvent jamais venir au contact du mercure et la fermeture de la cloche est parfaite ; pour faire passer l'eau respirée dans l'appareil à extraction des gaz, on met celui-ci en communication avec le tube de verre que porte le bouchon, on ouvre le robinet de l'appareil à extraction, l'eau est aspirée, les gaz sont réunis et analysés, ensuite on a soin de mesurer le volume d'eau sur lequel on a opéré.

EXPÉRIENCES SUR LA RESPIRATION DES POISSONS.

Exp. I. — Dans un flacon bouché à l'émeri, placé sur l'un des plateaux d'une balance, on introduit un petit Cyprin doré (*Cyprinus auratus*), préalablement essuyé avec du papier à filtre ; le poisson pèse 8 grammes. Le flacon est rempli d'eau, dont le poids est 393 grammes, et on le retourne sur le mercure.

Un autre flacon rempli de la même eau, dont il contient 409 grammes, est retourné aussi sur le mercure.

Pendant que le poisson respire, on extrait les gaz de l'eau contenue dans le deuxième flacon et l'on rapporte les résultats de l'analyse au poids d'eau, 393 grammes, égal à celui dans lequel respire le poisson.

Six heures vingt minutes après le début de l'expérience, le Cyprin exécute encore des mouvements respiratoires, mais paraît languissant et se meut à peine ; on fait passer l'eau dont l'air a été respiré dans l'appareil à dégagement, puis on recueille et on analyse les gaz :

Comparaison des résultats.

	Poids d'eau ordinaire :	Poids d'eau après la respiration :
	$393^{gr},0$	393,0
	cc	cc
Acide carbonique....	13,00	18,3
Oxygène...........	3,26	0,1
Azote.............	6,53	6,5

On voit par ces résultats que le poisson a consommé l'oxygène presque en totalité, comme MM. de Humboldt et Provençal l'ont trouvé dans plusieurs expériences.

Quant à l'acide carbonique, l'eau après la respiration contient 5cc,3 en plus, c'est-à-dire un volume d'acide carbonique plus grand que celui de l'oxygène absorbé qui est seulement 3cc,16 ; ce résultat peut tenir à deux raisons : 1° le poisson est placé dans un volume d'eau limité dont il enlève l'oxygène presque en totalité ; il se trouve donc à une certaine période de l'expérience dans les mêmes conditions qu'un animal aérien placé dans de l'azote ou de l'hydrogène ; une Grenouille placée dans l'hydrogène par William Edwards a donné au bout de huit heures et demie à ce savant physiologiste un volume d'acide carbonique supérieur à celui de son corps ; 2° l'acide carbonique peut encore provenir des combustions produites par l'oxygène de la vessie natatoire. M. A. Moreau a démontré, en effet, qu'un poisson placé dans une eau mal aérée, dont on ne renouvelle pas l'oxygène, consomme une partie de l'oxygène contenu dans sa vessie natatoire dont les gaz peuvent être considérés comme formant une sorte de *réserve respiratoire*.

Quant à l'azote, il a été absorbé dans l'expérience précédente en petite quantité seulement, car le volume absorbé s'élève à 1/22 du volume d'azote primitivement contenu dans l'eau.

Exp. II. — Cinq Cyprins dorés pesant 78 grammes furent placés dans un flacon contenant 1102 grammes d'eau, la température étant de 17°,5. Au bout de deux heures un quart, on fit passer l'eau dans l'appareil à dégagement vide ; l'eau ordinaire et l'eau après la respiration contenaient sur un litre (on rapporte toujours les résultats d'analyse à un litre d'eau, afin de les rendre comparables entre eux et avec les résultats de MM. de Humboldt et Provençal) :

	Un litre d'eau ordinaire :	Un litre d'eau après la respiration :
	cc	cc
Acide carbonique....	34,6	48,7
Oxygène...........	7,0	0,0
Azote..............	15,4	15,6

Dans cette expérience, l'oxygène a été absorbé complétement, l'acide carbonique expiré est en volume double du volume d'oxygène absorbé, il y a eu une légère exhalation d'azote.

Exp. III. — Comme MM. de Humboldt et Provençal ont fait leurs expériences avec le *Cyprinus tinca* ou Tanche, M. Gréhant a expérimenté aussi sur cette espèce de poisson.

Trois Tanches, dont le poids était 1042 grammes, furent placées dans 5 kilogrammes d'eau. Après une heure quinze minutes de séjour dans la cloche, les poissons paraissent souffrir ; aussitôt on extrait les gaz de l'eau dont l'air a été respiré.

	Un litre d'eau ordinaire contenait :	Un litre d'eau après la respiration :
	cc	cc
Acide carbonique....	37,1	53,6
Oxygène..........	7,5	0,4
Azote.............	16,0	15,6

Le volume d'acide carbonique exhalé est toujours plus grand que celui de l'oxygène absorbé, il est le double. Il y a une légère absorption d'azote égale seulement à 1/40 du volume d'azote que contenait l'eau avant la respiration.

Exp. IV. — Une seule Tanche fut placée dans $4^{kil},68$ d'eau; trois heures après, elle cessa de respirer et mourut.

	Un litre d'eau ordinaire :	Un litre d'eau après la respiration :
	cc	cc
Acide carbonique....	37,1	42,4
Oxygène..........	7,5	0,2
Azote.............	16,0	15,4

Ce poisson exhala une petite quantité d'azote, 1/32 ; il avait absorbé presque tout l'oxygène.

Dans les expériences de de Humboldt et Provençal, comme dans celles qui précèdent, les poissons ont été maintenus dans des conditions anormales, en effet, ils ont absorbé chaque fois à peu près tout l'oxygène contenu dans l'air de l'eau et se sont alors trouvés dans les mêmes conditions qu'un animal aérien qui respire l'air confiné. Pour bien étudier la respiration des poissons, il faut les placer dans de l'eau renouvelée, ou dans une cloche contenant un grand volume d'eau et pendant un temps assez court pour que les proportions des gaz soient peu altérées. M. Gréhant s'est rapproché de ces conditions dans l'expérience suivante.

Exp. V. — Deux Tanches pesant $0^{k},37$ furent placées dans une grande cloche de verre contenant $10^{k},74$ d'eau de Seine ; la température était 25° ; la cloche était placée dans un seau de verre dans lequel on avait d'abord versé du mercure. Une heure dix minutes après, on prend de l'eau dans la cloche, et on laisse encore les poissons une demi-heure dans l'eau ; on les retire ensuite, ils sont malades : replacés dans l'aquarium, ils se tiennent sur le côté.

	Un litre d'eau de Seine contenait :	Un litre d'eau après la respiration :
	cc	cc
Acide carbonique...	34,90	40,2
Oxygène..........	6,06	1,0
Azote............	13,50	14,5

Comparons les résultats de cette expérience avec ceux qui ont été obtenus par MM. de Humboldt et Provençal et qui sont indiqués page 213. Dans l'eau

de Seine, dont ils se sont servis, et que pour cette expérience il a employée aussi, M. Gréant trouve exactement les mêmes proportions d'azote et d'oxygène que ces expérimentateurs ; mais pour l'acide carbonique, le volume que permet de dégager et de recueillir l'appareil que M. Gréhant emploie est plus de quarante fois plus considérable.

Dans cette expérience, les poissons ont exhalé 5cc,3 d'acide carbonique et absorbé 5cc,06 d'oxygène ; quant à l'azote, au lieu d'être absorbé, il a été exhalé dans la proportion de 1/14.

Toutefois ici encore la proportion de l'oxygène dans l'eau a trop diminué, et les poissons n'étaient pas encore dans les conditions normales de leur respiration, conditions dont il faut tâcher de se rapprocher dans des travaux ultérieurs, si l'on veut déterminer, par exemple, le volume d'oxygène absorbé et celui d'acide carbonique produit par un poisson pendant un certain temps.

EXPÉRIENCES SUR UNE TANCHE PRIVÉE DE VESSIE NATATOIRE.

Ablation de la vessie natatoire. — Chez une Tanche convenablement fixée, on fit une plaie dans le sens des côtes, au-dessus de la nageoire ventrale ; la vessie natatoire fut découverte, le canal aérien fut lié et les deux parties de la vessie furent arrachées successivement ; une suture profonde et une suture superficielle servirent à fermer la plaie. Quatre jours après l'opération, ce poisson était très-vigoureux et l'on put étudier sa respiration dans l'eau de Seine.

Respiration d'un poisson privé de la vessie natatoire. — La Tanche fut placée dans la cloche contenant trois litres et demi d'eau de Seine prise auprès du pont d'Austerlitz ; après trois heures de séjour dans l'eau, on fit pénétrer dans l'appareil à extraction des gaz une partie de l'eau respirée ; le poisson était languissant, mais il se mit cependant à nager aussitôt qu'il fut replacé dans l'aquarium. L'eau de Seine ordinaire fut ensuite soumise à l'extraction des gaz.

Dans les deux cas, après l'extraction la plus complète possible de l'acide carbonique libre, on fit passer dans l'appareil de l'acide chlorhydrique pur pour rendre libre tout l'acide carbonique combiné à la chaux et pour donner ainsi à l'expérience comparative toute la certitude désirable, pour déterminer à coup sûr la quantité d'acide carbonique fournie par le poisson.

	Un litre d'eau de Seine ordinaire : contenait :	Un litre d'eau de Seine après la respiration :
	cc	cc
Acide carbonique libre......	17,28	22,40
Acide carbonique combiné...	70,14	75,04
Acide carbonique total......	87,42	97,44
Oxygène................	7,44	0,00
Azote..................	16,14	16,23

Ainsi la Tanche privée de sa vessie natatoire absorba tout l'oxygène, $7^{cc},43$ d'oxygène par litre d'eau respirée, exhala de l'acide carbonique, 10 centimètres cubes de gaz, et n'absorba point d'azote.

Ainsi un poisson privé de sa vessie natatoire exhale de l'acide carbonique comme il le faisait avant l'ablation de cet organe. Quant à l'absorption de l'azote qui a lieu comme l'ont reconnu de Humboldt et Provençal chez les poissons munis de leur vessie natatoire et placés longtemps dans l'eau confinée, elle tient probablement à ce que ces poissons exhalent une certaine quantité d'azote dans leur vessie natatoire; cette hypothèse, que rend vraisemblable la non-existence de l'absorption d'azote par un poisson privé de sa vessie natatoire, pourrait être démontrée par une expérience directe.

Respiration de l'eau distillée.— La même Tanche, qui pèse 95 grammes, fut placée huit jours après l'ablation de la vessie natatoire dans 3 litres 600 d'eau distillée; on prit de l'eau distillée pour éviter la grande quantité d'acide carbonique libre ou combiné que contient l'eau de Seine; on eut la précaution de bien aérer cette eau pure, en la faisant traverser par le courant d'air d'une trompe établie dans le laboratoire; les bulles d'air se succédèrent dans l'eau pendant une demi-heure.

Après 2 heures 50 minutes de séjour dans l'eau distillée aérée, les gaz furent extraits et l'on trouva les résultats suivants:

	Un litre d'eau distillée aérée contenait :	Un litre d'eau distillée après la respiration :
	cc	cc
Acide carbonique..........	2,70	9.27
Acide carbonique combiné...	1,14	2,91
Acide carbonique total......	3,84	12,18
Oxygène.................	8,14	3,17
Azote..................	15,00	14,97

Ainsi le poisson n'absorba point d'azote; le volume d'oxygène absorbé fut $4^{cc},07$ par litre d'eau, le volume d'acide carbonique produit fut $8^{cc},34$.

De ces nombres, il est facile de déduire par le calcul le poids d'oxygène absorbé et le poids d'acide carbonique exhalé en une heure par un kilogramme de poissons; ainsi on trouve que la Tanche avait absorbé $0^{k},093$ d'oxygène, exhalé $0^{k},215$ d'acide carbonique par kilogramme et par heure. Mais il faut remarquer de nouveau que le poisson se trouvait dans des conditions qui ne sont pas tout à fait normales; pour déterminer chez les animaux aquatiques des nombres qui permettent de les classer dans le tableau si instructif des résultats de MM. Regnault et Reiset, il faudra disposer les expériences pour renouveler convenablement l'eau qui sert à la respiration.

CONCLUSIONS.

1° L'ébullition de l'eau dans un ballon de verre, muni d'un tube abducteur,

permet d'obtenir le dégagement complet de l'azote et de l'oxygène dissous, mais non point celui de l'acide carbonique libre.

2° L'emploi d'un appareil à extraction des gaz uni à la pompe à mercure permet d'obtenir tous les gaz dissous et même la totalité de l'acide carbonique libre.

3° Un poisson placé pendant plusieurs heures dans un volume d'eau limité exhale toujours plus d'acide carbonique qu'il n'absorbe d'oxygène ; souvent le volume d'acide carbonique exhalé est le double du volume d'oxygène absorbé.

4° Dans ces conditions il y a quelquefois une légère absorption d'azote, d'autres fois une petite exhalation de ce gaz.

5° Un poisson privé de la vessie natatoire exhale de l'acide carbonique, absorbe de l'oxygène comme il faisait avant l'ablation de cet organe ; placé dans un volume d'eau limité, il exhale aussi plus d'acide carbonique qu'il n'absorbe d'oxygène.

6° Le poisson privé de la vessie natatoire, placé dans l'eau de Seine ou dans l'eau distillée aérée, n'absorbe pas et n'exhale pas d'azote.

Mémoire sur l'anatomie des Alcyonaires, par MM. Pouchet et A. Myèvre. (Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*. Paris, 1869, t. LXIX.)

Les systèmes anatomiques de la plupart des animaux inférieurs n'ont pas été jusqu'à ce jour nettement déterminés. L'existence d'éléments musculaires distincts en particulier, longtemps admise sur la foi des mouvements que l'on voyait exécuter aux animaux, n'a été démontrée que tout récemment chez les Actinies, par M. Schwalbe. Quant aux Alcyonaires, M. C. Genth, à la vérité, a donné la description des muscles du *Solenogorgia tubulosa*, mais cette description est fort incomplète, et même ne se rapporte par aucun point à celle que nous avons pu faire des muscles de deux autres Alcyonaires, l'*Alcyonium digitatum* et l'*A. palmatum*.

Les éléments musculaires sont des fibres pâles, molles sur le vivant, de $0^{m},002$ de diamètre environ, quand elles sont contractées *au maximum*, ordinairement beaucoup plus minces. Elles sont finement granuleuses, sans noyaux et ont des bords nets. On parvient facilement à les isoler au moins dans une partie de leur longueur, qui est variable. Ces fibres musculaires, par l'aspect, par les dimensions, sont très-semblables à celles des Némertiens. Ces fibres chez les Alcyonaires sont disposées tantôt en nappe et tantôt en faisceaux plus ou moins gros, qui forment de véritables muscles ayant parfois des insertions très-limitées et devant être décrits et dénommés comme autant d'organes premiers.

1° *Muscles longitudinaux.* — Ils sont au nombre de huit, et correspondent à chacune des lames mésentéroïdes, qu'ils contribuent eux-mêmes à former. Ils s'étendent depuis le péristome jusque fort loin dans le cœnenchyme (*sarcosome* de M. Lacaze-Duthiers), où on les trouve encore très-distincts sur les parois du large conduit qui fait suite au corps de chaque polype (*grossere Saftkanale* de Kœlliker).

2° Ce conduit, dans toute son étendue, offre, sous l'épithélium qui le tapisse, une couche de fibres circulaires ou transversales recouvrant et croisant à angle droit les fibres des muscles longitudinaux appliquées contre la substance du cœnenchyme. Ces fibres contournent, en gardant leur direction, les lames mésentéroïdes, et on les retrouve, toujours dans les mêmes rapports, jusque sur la paroi des cavités périgastriques.

3° *Sphincter.* — Ce muscle occupe le péristome. Il est formé de huit portions. Chacune est de figure à peu près carrée et correspond à la base d'un tentacule ; les huit portions sont séparées par des saphés, qui ne sont autre chose que les lignes d'insertion des lames mésentéroïdes sur le péristome.

4° *Muscles tentaculaires.* — Chaque cloison séparant les cavités périgastriques donne par en haut naissance à deux muscles distincts qui s'élèvent à droite et à gauche dans les deux tubercules avoisinant la cloison. Chaque tentacule reçoit ainsi deux muscles tentaculaires, venant des deux cloisons limitant la cavité périgastrique à laquelle correspond le tentacule. Ils montent l'un vers l'autre jusqu'au sommet de l'organe sous un angle très-aigu.

5° *Muscle intertentaculaire.* — Dans l'angle que forment deux tentacules voisins, on distingue nettement un faisceau musculaire qui contourne cet angle et monte de chaque côté sur les bords des deux tentacules, dans près de la moitié de leur longueur.

Ces nombreux muscles s'insèrent partout sur la substance fondamentale de l'animal et, dans le plus grand nombre des cas, s'appliquent contre elle. Cette substance limite extérieurement le corps de chaque polype. Elle envoie de minces expansions qui servent en haut de charpente solide aux lames mésentéroïdes, limitent les cavités périgastriques et se rattachent en dedans à une autre lame aussi mince qu'elles, soutenant les parois de la cavité stomacale. Extérieurement cette substance, tant sur le corps des polypes qu'entre eux, n'est nulle part recouverte d'épithélium. Elle demeure donc en contact avec le milieu ambiant (comme le tissu osseux des plaques dermiques de certains poissons). Il en résulte que, du moins dans cet état de développement de l'Alcyonaire, la substance fondamentale ne répond point à la définition récemment donnée des tissus dits *conjonctifs* : « tout tissu, à » l'exception de ce qui est nerfs ou muscles, se trouvant entre la couche » épithéliale externe et la couche épithéliale interne ». Cette substance fondamentale, dans les parois du corps du polype aussi bien que dans la masse du cœnenchyme, est partout identique à elle-même. Elle est fibroïde

par places, creusée de cavités de plusieurs ordres, et c'est toujours au milieu d'elle, dans des lieux où elle est parfaitement homogène qu'apparaissent et se développent les spicules.

Chaque polype est donc en relation intime de structure avec le cœnenchyme par ses tissus constituants. Mais l'identité ne s'arrête pas là, et on la retrouve jusque dans les tissus appartenant au groupe des produits.

Dans toute leur longueur, les larges conduits sont tapissés du même épithélium vibratile qui se prolonge jusque dans les cavités périgastriques, les tentacules et les pinules (*A. digitatum*). Il est formé de cellules de petite dimension, sphériques ou un peu polyédriques. Les superficielles portent des cils vibratiles extrêmement déliés, paraissant rares sur chaque cellule, animés de mouvements mal rhythmés. Le corps des cellules paraît formé de granulations incluses dans une substance hyaline. On ne distingue pas de noyau.

Au contraire, l'épithélium qui tapisse la face des tentacules tournée vers la bouche n'est pas vibratile. Il présente de place en place de petits organes saillants, longs de $0^{mm},025$ environ, aigus, légèrement recourbés et n'étant d'ailleurs doués d'aucun mouvement. De plus, cet épithélium contient des *nématocystes*, tandis qu'il n'en existe point dans l'épithélium des grands conduits. Mais, d'autre part, leur présence rapproche l'épithélium des tentacules du tissu qui emplit, au lieu de tapisser, comme on l'avait indiqué, les petits canaux nutritifs (*kleine Saftkanale* de Kœlliker). Ces canaux sont entièrement comblés par une substance granuleuse individualisée par places en cellules. Ces cellules sont irrégulières, polyédriques par pression réciproque, entassées dans les conduits. Elles sont plus finement granuleuses que celles de l'épithélium vibratile, plus transparentes avec un petit noyau de couleur rosée, à bords mal limités, néanmoins très-distincts. On trouve entre ces cellules (et par conséquent dans la profondeur du cœnenchyme) des nématocystes tout semblables à ceux de l'épithélium des tentacules.

Cette particularité, jointe à l'extension de la substance fondamentale du cœnenchyme dans les polypes et à l'extension des muscles des polypes jusque dans la profondeur du cœnenchyme, établit entre ceux-là et celui-ci une telle analogie de structure, qu'il n'est pas psssible en anatomie générale, de les distinguer et de trouver entre ces parties d'autres différences que des différences morphologiques.

Note accompagnant la présentation d'un volume intitulé : Programme du cours d'histologie professé à la Faculté de médecine de Paris (1), par M. Ch. Robin. (*Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris.* 1870, t. LXX, p. 213.)

Le travail que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie est une nouvelle édition développée du programme du Cours que j'ai professé à la Faculté de Médecine de Paris depuis 1862. Il renferme le plan, déjà en partie exécuté, d'un *Traité des éléments anatomiques, des humeurs, des tissus et des systèmes organiques.* La comparaison des parties constituantes élémentaires de nos organes et de leur arrangement réciproque dans les tissus qu'elles renferment est poursuivie de chaque période évolutive à la suivante, depuis l'époque de leur apparition embryonnaire jusqu'à celle où elles atteignent l'état sénile. En comparant ensuite les dispositions normales de ces parties aux états tératologiques et morbides qu'elles peuvent offrir, le cadre des applications de ces notions scientifiques, tant à la physiologie qu'à la pathologie, se trouve nettement tracé, suivant les justes exigences de l'enseignement des Facultés de Médecine.

Dès 1850 (*Tableaux d'anatomie*, in-4°, 10e tableau), j'ai montré que la description des éléments anatomiques, ou parties constituantes de l'économie simples, physiquement parlant, représentait une branche entière de l'anatomie générale, jusque-là confondue avec les autres, sinon méconnue. J'ai prouvé ici, par un exposé dogmatique, combien il importe de ne pas confondre l'étude des éléments anatomiques avec celle des tissus, parties complexes qui, précisément, sont composées par les premières et toujours disposées dans un ordre déterminé qui en caractérise la *texture.*

En exposant ensuite comment l'examen de la constitution des liquides de l'économie se lie à celle des tissus, j'ai cherché à montrer de quelle manière l'anatomie générale, une fois constituée comme corps de doctrine, donne à l'ensemble de l'anatomie un caractère scientifique des mieux déterminés, ensemble dont les branches, régulièrement reliées entre elles, peuvent être poursuivies, sans brusques transitions du simple au composé, comme du composé au simple.

(1) Paris, 1870, in-8, 2e édition, revue et développée. Chez J.-B. Baillière et fils.

Paris. - Imprimerie de E. Martinet, rue Mignon, 2.

OBSERVATIONS

SUR L'ANATOMIE PATHOLOGIQUE DES GLIOMES DE LA RÉTINE

Par le professeur IWANOFF (de Kiew)

Traduit de l'original par M. CH. ABADIE, interne des hôpitaux.

REMARQUES PRÉLIMINAIRES.

Dans le tome XVI, deuxième partie, des *Archives* de de Graefe, Hirschberg a décrit quelques cas de gliomes de l'œil, dont le premier surtout est intéressant ; c'est le seul en effet qui, dans la littérature ophthalmologique actuelle, donne des renseignements sur une période aussi peu avancée du développement de ce genre de tumeurs. Hirschberg a su très-heureusement le mettre à profit. Il est très-important en effet de pouvoir éclaircir et préciser aux dépens de quels éléments de la rétine la tumeur se développe à son origine.

Jusqu'à présent par suite de la ressemblance qui existe entre les éléments du gliome et les noyaux de la rétine, on n'avait indiqué que d'une façon indécise quelles étaient les couches de cette membrane, où la tumeur prenait naissance. Hirschberg a tout d'abord prouvé incontestablement que dans le cas qu'il a décrit, les premiers noyaux du gliome avaient leur origine dans la couche granuleuse interne de la rétine.

Il n'est pas douteux pour moi qu'il existe dans cette couche des éléments de tissu cellulaire, car précisément tous les noyaux des fibres radiées ont là leur siége. Un deuxième fait ressort encore des observations d'Hirschberg, et bien que connu depuis longtemps, il offre de l'intérêt à cause de son apparition constante : nous voulons parler de l'accroissement de la tumeur vers l'extérieur, c'est-à-dire vers la choroïde, tandis que les couches internes de la rétine se maintiennent presque intactes.

Je ne veux pas disconvenir que, dans le cas dont il s'agit, cette

intégrité existait en effet, et qu'il en est encore ainsi pour beaucoup d'autres cas ; mais je n'en tiens pas moins pour hasardée la conclusion déduite de ces faits, que le gliome ne peut s'accroître que vers l'extérieur.

Dans mon travail (*Zür pathologischen Anatomie der Retina*, in *Archiv d'Ophth.*, t. II, première partie, page 136) sur la rétinite interstitielle, j'ai nettement séparé deux formes de cette affection l'une de l'autre : la première dans laquelle les produits inflammatoires s'accumulent dans la couche externe de la rétine, où ils dépassent quelquefois les limites de la limitante externe ; et la deuxième où, sans toucher aux couches externes, les produits s'accumulent exclusivement dans les couches internes, dépassant aussi parfois les limites de la limitante interne. La première forme d'inflammation chronique de la rétine était connue depuis longtemps, Saemisch, Schweigger, Schiess-Gemusens, et d'autres en avaient déjà parlé ; quant à la deuxième forme, personne encore n'en avait fait mention, aussi l'ai-je décrite en détail.

Dans les soixante-trois yeux que j'ai examinés à cette époque j'ai rencontré plus souvent la première que la deuxième forme.

Comme je m'occupais aussi alors de l'origine des nouveaux produits inflammatoires, je faisais connaître qu'il ne m'était pas arrivé une seule fois d'observer une prolifération de la couche externe des noyaux ni des cellules ganglionnaires. De plus que dans les inflammations chroniques de la rétine, toutes les nouvelles cellules provenaient de la prolifération des noyaux des fibres radiées (conséquemment d'une partie de la couche granuleuse interne), ou des cellules qui dans la rétine normale siégent toujours dans la couche des fibres nerveuses (source principale pour cette forme de rétinite), ou enfin d'une prolifération des cellules qui se trouvent dans la tunique adventive des vaisseaux.

Ainsi renseigné sur l'apparition de ces deux formes de rétinite interstitielle, dont le processus consiste dans la prolifération de la névroglie de la rétine, et considérant aussi alors comme démontré par Virchow que le gliome de la rétine est formé par une prolifération de la névroglie de cette membrane, il me semblait logique, tout en admettant la première forme de gliome qui se développe

aux dépens des couches externes, de supposer qu'une deuxième forme pouvait aussi se développer dans les couches internes de la rétine et s'étendre de là vers le corps vitré.

A cette époque comme aujourd'hui, il était loin de ma pensée de vouloir identifier ces néoplasmes inflammatoires, dont je viens de parler, aux gliomes, ainsi qu'Hirschberg l'admet dans son travail. Aussi, comme cet auteur conteste la possibilité d'un développement du gliome aux dépens des couches internes de la rétine, je veux ici non pas évidemment dans un but de simple polémique, mais bien à cause de l'intérêt qu'il offre par lui-même, décrire un cas de gliome qui se trouvait justement dans ces conditions. Comme il m'a été permis de l'observer à une période peu avancée de son développement, j'ai pu ainsi justifier mes hypothèses, et démontrer l'existence de cette seconde forme qui, se développant aux dépens des couches internes, s'étend de là vers le corps vitré.

Il m'a en outre fourni l'occasion d'observer d'une façon précise quels étaient les éléments de la rétine qui participaient à la formation du gliome. Ce cas se présenta à la clinique du professeur Otto-Becker, à Heildelberg, à l'obligeance duquel je dois la possession de cet œil, et l'observation qui s'y rapporte.

Les renseignements suivants m'ont été transmis par le docteur Bergmann, assistant de la clinique.

OBSERVATION ANATOMO-PATHOLOGIQUE.

Le 12 novembre 1868, Peter Germann vint à la clinique pour faire examiner l'œil droit de son petit garçon âgé de deux ans; il avait remarqué que depuis peu cet œil était devenu plus gros que l'autre, mais il ne pouvait désigner d'une façon précise à quelle époque ce changement dans la grosseur avait commencé.

Ce qui frappe tout d'abord, en examinant le petit malade, c'est que la pupille est à son maximum de dilatation et que dans certaines positions, particulièrement par la rotation de l'œil en dedans, elle offre un reflet blanc jaunâtre plus ou moins intense, en outre elle reste tout à fait immobile.

Autour de la cornée existe une injection modérée des vaisseaux du tissu épi-sclérotical et de la conjonctive, les plus grosses veines de la conjonctive bulbaire sont fortement remplies de sang et tortueuses, la tension du bulbe, à peine augmentée ; sa position et ses mouvements dans l'orbite sont normaux.

Par l'éclairage oblique, la cornée et le cristallin paraissent parfaitement transparents, l'iris légèrement hypérémié.

L'examen ophthalmoscopique montre d'assez nombreuses opacités irrégulières, diffuses dans le corps vitré, et à travers lesquelles l'image de la papille et du fond de l'œil paraît comme voilée. On ne peut pas constater de décollement de la rétine. En examinant les parties périphériques de la moitié interne du bulbe, on aperçoit une masse possédant un reflet blanc-jaunâtre qui proémine fortement dans le corps vitré, sa forme est ronde, et elle paraît être séparée des tissus voisins par des bord réguliers et assez nettement tranchés. La partie antérieure de la tumeur est particulièrement saillante et on peut l'estimer, d'après l'étendue de sa surface, à la grosseur d'une noisette ; l'examen à l'image droite est possible au moyen d'une forte lentille concave.

L'enfant ne paraît pas éprouver de phénomènes subjectifs, ni douleur ni éblouissements.

Le diagnostic fut ainsi porté : néoplasme, très-probablement gliome, développé aux dépens des parties les plus périphériques de la moitié interne de la rétine. L'énucléation du bulbe fut pratiquée le 13 novembre 1868.

La guérison se fit sans accident, et le 24 novembre l'enfant était congédié.

La section de l'œil confirma tout à fait le diagnostic clinique. La tumeur, de la grosseur d'une petite noisette, se trouvait dans la rétine, immédiatement derrière le cristallin du côté du nez. La position de toutes les membranes était normale, seulement le corps vitré, dans les trois quarts environ de son étendue, était séparé de la rétine par un exsudat séreux.

L'œil fut partagé en deux moitiés par une coupe horizontale, de telle sorte qu'une partie de la tumeur se trouvait dans la moitié supérieure, et l'autre dans la moitié inférieure.

Déjà par le simple grossissement de la loupe on pouvait voir que la tumeur était située à la partie interne de la rétine, d'où elle proéminait dans la direction du corps vitré, tandis que les couches externes de cette membrane étaient seulement fortement pressées contre la choroïde. On pouvait voir clairement cette disposition à la partie postérieure de la tumeur, où celle-ci était couchée sur la surface de la rétine, et seulement rattachée à cette membrane par quelques filaments en forme de pont. Ces rapports entre la tumeur et la rétine étaient encore plus évidents, quand on examinait les petites tumeurs semblables à des nodosités qui étaient répandues en grand nombre à sa surface (fig. 1,

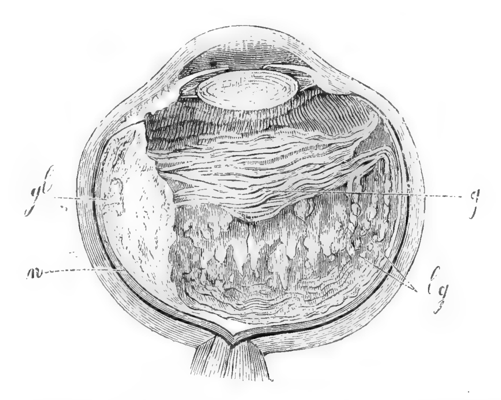


FIG. 1. — Coupe longitudinale d'un œil atteint de gliome de la rétine.

gl, tumeur principale; *lg*, petits gliomes disséminés; *n*, rétine; *g*', corps vitré, etc.

lg). Quand on les enlevait au moyen d'une épingle, on remarquait que leur partie périphérique adhérait très-légèrement à la membrane limitante, et que là, ainsi qu'au centre, elles n'étaient unies à la rétine que par de minces filaments. Dans beaucoup d'endroits correspondant à ces nodosités, la rétine elle-même paraissait infiltrée, et son épaisseur deux ou trois fois plus grande qu'à l'état normal.

Pourtant c'est l'examen microscopique seul qui permit d'étudier les véritables rapports existant entre la tumeur et la rétine.

EXAMEN MICROSCOPIQUE DE LA TUMEUR.

Nous commencerons par décrire les endroits où, au microscope, cette membrane paraissait encore normale. Sur une coupe perpendiculaire à sa surface, son épaisseur ne paraissait pas changée. En examinant ses différentes couches au moyen des plus forts grossissements, on voyait que la couche des bâtonnets, la couche granuleuse externe, la couche intergranuleuse, la couche granuleuse interne, et enfin les couches de granules moléculaires et ganglionnaires étaient tout à fait intactes; la couche des fibres nerveuses seule était remplie de cellules, renfermant de gros noyaux arrondis, et, malgré l'infiltration de ces cellules, l'épaisseur de cette dernière couche ne paraissait pas notablement augmentée. Les cellules qui s'y trouvaient avaient pris la place des fibres nerveuses disparues, les extrémités internes des fibres radiées se montraient clairement et manifestement épaissies.

Mais ici déjà se montre, à la surface interne de la membrane limitante, une nouvelle couche dont l'épaisseur varie de $0^{mm},08$ jusqu'à $0^{mm},2$. Cette nouvelle couche est formée de fibres entrelacées de toute façon, et à certains endroits on peut y voir des ramifications issues des fibres radiées.

La membrane limitante se trouve entre cette couche et la rétine à laquelle elle est faiblement unie, et elle est traversée en plusieurs points par ces ramifications des fibres radiées qui se rendent dans la couche de nouvelle formation.

Celle-ci par son siége, par sa structure, par ses rapports avec les fibres radiées, rappelle cette prolifération diffuse à la surface interne de la rétine que j'ai déjà décrite dans la rétinite interstitielle. Elle s'en distingue pourtant en ce que là, au milieu de ce réseau de fibres on ne voyait aucune cellule, tandis qu'ici, on trouve, au point de jonction des fibres, des cellules étoilées, entre leurs faisceaux des cellules fusiformes, et enfin aussi d'autres cellules rondes dispersées çà et là par places.

La rétine présente de semblables altérations partout où à l'œil nu on eût pu la croire normale.

En examinant au microscope les petites tumeurs qui se trouvent sur la rétine, il est facile de constater qu'elles ont une double origine.

Les unes sont constituées de telle sorte, qu'elles paraissent formées par une infiltration considérable de cellules, dans ce réseau

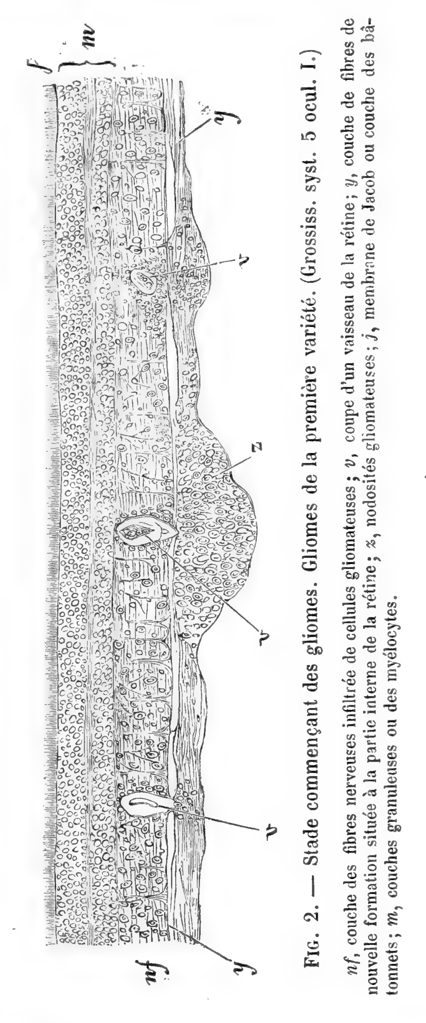


Fig. 2. — Stade commençant des gliomes. Gliomes de la première variété. (Grossiss. syst. 5 ocul. I.)

nf, couche des fibres nerveuses infiltrée de cellules gliomateuses ; *v*, coupe d'un vaisseau de la rétine ; *y*, couche de fibres de nouvelle formation située à la partie interne de la rétine ; *z*, nodosités gliomateuses ; *j*, membrane de Jacob ou couche des bâtonnets ; *m*, couches granuleuses ou des myélocytes.

que nous avons déjà mentionné à la surface interne de la rétine (fig. 2). Là la masse de ces cellules est si grande qu'elle prend la place de presque tout le stroma. Ces cellules paraissent provenir

de la rétine, tout au moins arrive-t-il presque toujours sur des coupes perpendiculaires de rencontrer les petits ponts de substance qui servent de jonction entre ces corps et la rétine. Ces petites tiges sont constituées par une masse de cellules qui, dans le plus grand nombre des cas, pénètrent, accompagnées de vaisseaux de nouvelle formation, dans les nodosités. La couche des fibres nerveuses de la rétine aux points correspondants est aussi fortement infiltrée de cellules ; pourtant, tant que ces nodosités conservent de petites dimensions, la rétine elle-même reste aussi, comparativement, à l'état normal peu épaissie. Des autres couches de cette membrane qui se trouvent dans le voisinage, il n'y a que les cellules qui appartiennent aux fibres radiales, et celles de la couche interne des grains qui semblent altérées. Ces altérations se voient le mieux quand on a fait une coupe mince, perpendiculaire à la surface et qu'on l'a colorée avec une solution de carmin. Tout autour du noyau des fibres radiées s'est accumulée une grande quantité de protoplasma, ces dernières sont fortement tuméfiées, beaucoup d'elles paraissent amincies en certains points de leur trajet, les autres tout à fait rompues.

Quand on a obtenu des préparations suivant le mode que nous venons d'indiquer, on peut voir très-distinctement les altérations signalées.

Dans toute la couche interne des grains qui paraît rosée, les endroits épaissis des fibres radiées paraissent colorés en rouge sombre ; il en est de même pour les cellules de la couche des fibres nerveuses, ainsi que pour les cellules des nodosités situées tout à fait à la surface de la rétine.

Il a été jusqu'ici seulement question des petites tumeurs qui ont une hauteur de $0^{mm},5$ et un diamètre de 2 à 3 millimètres.

Dans celles qui sont plus volumineuses, les choses changent, et l'on peut observer dans leur formation un grand nombre de vaisseaux qui, de la rétine, pénètrent dans leur intérieur. Ces petites tumeurs remplies de vaisseaux, situées à la surface interne de la rétine, composées de cellules rondes entre lesquelles on ne peut apercevoir le stroma, reliées seulement à cette membrane par de minces tiges en forme de pont, présentent une forme toute

particulière, qui se rapproche beaucoup de la description que de Graefe a déjà donnée (1).

Il arrive parfois que sur certaines coupes on ne retrouve plus ces filaments que nous avons signalés entre la rétine et la tumeur, qui paraissent alors n'avoir aucun rapport ensemble. Comme aussi habituellement dans ces cas-là, la couche des fibres nerveuses est seule infiltrée de cellules, tandis que les autres sont parfaitement intactes, on pourrait facilement se laisser aller à l'impression trompeuse d'une complète indépendance entre la rétine et la tumeur. Il est difficile de s'imaginer qu'une si grosse excroissance puisse se développer aux dépens d'une membrane, relativement si peu altérée.

Une nouvelle forme de ces petites tumeurs produit aussi aux dépens du tissu de la rétine lui-même et tout au moins pendant un certain temps ne dépasse pas les limites de cette membrane ; au simple grossissement de la loupe, ils apparaissent comme un simple épaississement de cette membrane. En examinant au microscope les plus petits de ces corps, on voit que tout l'épaississement de la rétine est formé seulement par une infiltration de cellules rondes fortement pressées les unes contre les autres dans la couche des fibres nerveuses. Les autres couches sont normales et en particulier la couche moléculaire qui sépare la tumeur de la couche interne des grains. Sur environ 100 coupes que j'ai faites pour étudier l'origine de ces petits gliomes commençants, j'ai constamment rencontré le même mode de formation, c'est-à-dire les rapports déjà signalés de la tumeur avec les couches externes, et l'apparition d'un ou deux vaisseaux au centre de ces néoplasmes, vaisseaux qui étaient entourés d'une couche épaisse de cellules.

Nous insistons encore une fois sur ce fait que, tant que les nodosités qui siégent à la surface interne de la rétine conservent de petites dimensions, la couche interne des grains ne participe nullement à leur formation. Ceux qui sont plus considérables

(1) *Arch. für Ophthal.*, vol. VII, 2e partie, p. 43. La tumeur proéminait dans le corps vitré, elle présentait une surface irrégulière et déchiquetée, la rétine était en partie seulement envahie, en partie tout à fait détruite par la tumeur. Dans cette région, les vaisseaux avaient complétement disparu.

résultent d'une prolifération des cellules de la couche des fibres nerveuses, et aussi des cellules du tissu cellulaire de la couche granuleuse interne. Les produits de prolifération de ces deux couches se réunissent ensemble et forment ainsi un tubercule plus gros qui embrasse toutes les couches internes de la rétine, jusqu'à la couche inter-granuleuse.

Dans le cas actuel, aucun de ces petits gliomes n'a dépassé ces limites, et dans toute la rétine les couches des bâtonnets, externe des grains, et intergranuleuses, sont parfaitement intactes.

Quand les petits gliomes ont acquis une certaine grosseur, ils sont toujours riches en vaisseaux et les cellules sont alors le plus souvent arrangées d'une façon caractéristique ; elles entourent les vaisseaux concentriquement, de sorte qu'examinée sur une mince coupe, la substance tout entière de la tumeur paraît composée d'épaisses rangées circulaires de cellules, au centre desquelles on aperçoit une ouverture remplie de globules rouges sanguins. Il est évident que ces gliomes ne peuvent rester dans l'épaisseur de la rétine que tant qu'ils n'ont pas dépassé certaines dimensions. Les plus gros de tous ceux que j'ai pu observer dans ces conditions possédaient, en comptant les couches externes de la rétine, une épaisseur de $1^{mm},5$.

Plus tard, ces tumeurs rompent la membrane limitante à un endroit quelconque, et se développent alors avec une foule de nouveaux vaisseaux à la surface interne de la rétine. Il est à remarquer que, dans ces cas, ces nouveaux accroissements se délimitent toujours nettement des tumeurs primitives qui leur ont donné naissance (voy. fig. 3, *v*).

Tout ceci se rapporte aux petites nodosités qui sont dispersées à la surface interne de la rétine. Quant à la tumeur principale qui, comme nous l'avons vu, était située à la partie interne de l'œil, nous avons peu de chose à en dire de plus que ce que nous avons déjà mentionné pour les autres plus petites. Elle commence à l'ora serrata et s'étend jusqu'à l'équateur de l'œil. Sa longueur dans cette direction mesure 8 millimètres d'épaisseur, depuis la choroïde jusqu'à la surface qui regarde le corps vitré environ 5 millimètres. Enfin, sa largeur au niveau de l'ora serrata, 5 millimètres.

La tumeur est formée par un agrégat d'une foule d'autres plus petites productions analogues à celles déjà mentionnées, sa struc-

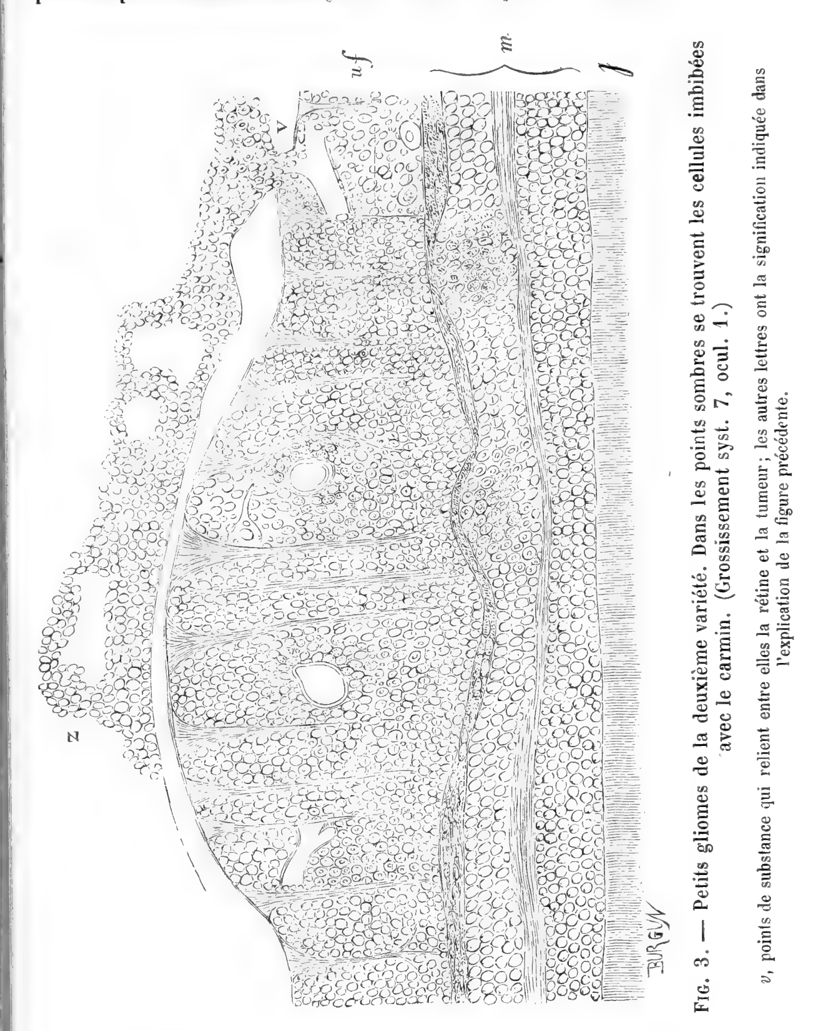


Fig. 3. — Petits gliomes de la deuxième variété. Dans les points sombres se trouvent les cellules imbibées avec le carmin. (Grossissement syst. 7, ocul. 1.)

v, points de substance qui relient entre elles la rétine et la tumeur; les autres lettres ont la signification indiquée dans l'explication de la figure précédente.

ture ne diffère en aucune façon de celle des gliomes déjà décrits par Robin (1), Schweigger, Rindfleisch, Virchow, Knapp et Hirschberg,

(2) Ch. Robin, *Examen micrographique d'une tumeur de la rétine* (*Moniteur des hôpitaux*, Paris, 1854, in-4°, nos 108 et 124), et dans Sichel, *Iconographie ophthalmologique*, Paris, 1859, in-4°, p. 582-585, pl. LXV, fig. 8-15. C'est la première détermination de la nature de ces tumeurs (dites autrefois *encéphaloïdes* de la rétine)

une masse épaisse de cellules rondes, quelques traces de substance intercellulaire et une grande richesse de vaisseaux. Mais, par contre, la tumeur est remarquable par ce fait, que de la rétine elle s'avance dans la direction du corps vitré, et dans les endroits mêmes où elle est très-développée. Les couches externes de cette membrane sont très-peu altérées, et seulement par pression mécanique. A 3 ou 4 millimètres de l'ora serrata, la couche granuleuse externe aussi bien que la couche des bâtonnets sont parfaitement intactes. Tous les gliomes de la rétine jusqu'ici décrits se développaient aux dépens des couches externes dans la direction de la choroïde, et avaient aussi constamment pour résultat de produire un décollement de la rétine.

REMARQUES SUR LE PRODUIT MORBIDE PRÉCÉDENT.

Le cas actuel confirme pleinement l'hypothèse que j'avais déjà formulée dans l'année 1865, à savoir que le gliome pouvait aussi probablement se développer dans les couches internes de la rétine. A son origine, la tumeur se développe aux dépens des cellules du tissu cellulaire, qui siégent dans la couche des fibres nerveuses; et dans la tunique adventice des vaisseaux, c'est seulement plus tard que les cellules de la couche granuleuse interne participent aussi à son développement. Il est incontestable que parmi les cellules de cette couche, les noyaux des fibres radiées y prennent part; quant aux autres, on ne peut au moins au début préciser leur action; à une période plus avancée, il est encore difficile de dire quel est leur rôle, car elles disparaissent alors au milieu de la masse des nouvelles cellules qui infiltrent toute la couche.

La tumeur ne s'étend pas ici vers l'extérieur, comme on l'a observé dans tous les cas connus jusqu'à présent, mais bien au

et de leur constitution par les noyaux propres ou *myélocytes* de la couche dite *granuleuse* de la rétine; *myélocytes* qui sont des éléments de nature nerveuse, se retrouvant dans la substance grise cérébro-spinale, qui, par leur hypergenèse, donnent lieu à la production de ces tumeurs rétiniennes et à leurs analogues dans l'encéphale et la moelle. (*Rédact.*)

contraire vers l'intérieur, traverse au bout d'un temps plus ou moins long la membrane limitante, se place dans l'espace qui existe entre le corps vitré décollé et la rétine, et s'étale ensuite à la surface interne de cette membrane.

Dans les tumeurs qui se développent vers la choroïde, on a constamment observé un décollement de la rétine. Dans le cas actuel, cette membrane est parfaitement en rapport avec la choroïde, le corps vitré seul est déplacé, ce qui est une conséquence naturelle du mode de développement de la tumeur. Dans un travail récent, j'ai montré que ces décollements du corps vitré pouvaient aussi plus tard entraîner des décollements de la rétine.

Je concède volontiers que la forme de gliome que je viens de décrire, se rencontre beaucoup plus rarement que celles qui sont déjà connues ; mais je dois aussi ajouter que les recherches faites jusqu'ici pour décider cette question ne sont pas assez précises. A rigoureusement parler, on ne trouve dans la littérature sur le gliome, que le seul cas d'Hirschberg, où le stade peu avancé ait permis d'étudier l'origine du développement de ces tumeurs, et leur mode de progression ultérieur. Dans tous les autres cas, la production morbide était déjà à une période trop éloignée de son début pour qu'on pût décider cette question. Je n'en excepte même pas le cas publié par Knapp, dans lequel l'accroissement, il est vrai, paraissait incontestablement se faire vers la choroïde, mais où pourtant le premier était trop avancé, pour qu'on pût décider aux dépens de quelles couches de la rétine il s'était formé à son début. Aussi Knapp arrivait-il à cette conclusion peu probable : peut-être que la tumeur s'était développée aux dépens de la couche externe des noyaux. Dans le chapitre II de la deuxième partie de son ouvrage, page 59, où il étudie le mode de constitution du gliome, cet auteur ajoute que dans ces espèces de tumeurs jusqu'alors décrites par Langenbeck, Robin, Schweigger, Rindfleisch et Virchow, l'analogie des éléments de la tumeur avec les noyaux de la rétine avait amené ces auteurs à la conclusion que cette production morbide était une hyperplasie de ces derniers éléments. Pourtant aucun de ces auteurs n'était parvenu

à suivre aussi bien que lui, dans le premier cas qu'il rapporte, les phases de cette hyperplasie.

Les recherches détaillées de Knapp l'amenèrent à conclure que « l'hyperplasie de la couche des grains peut se faire ou d'une façon diffuse ou petit à petit, qu'elle peut aussi être partielle, et qu'une simple prolifération des éléments de la couche externe des grains peut produire ces tumeurs ».

Avant Knapp, on s'était dans le fait servi d'une désignation peu précise, quand on avait comparé en général les éléments du gliome avec ceux des grains de la rétine ; car ces derniers éléments dans les deux couches n'ont entre eux aucune ressemblance, bien plus ils diffèrent essentiellement par leur forme et leur nature. Knapp exprime son opinion d'une façon plus précise quand il admet que les cellules du gliome ne sont autre chose qu'une prolifération des noyaux de la couche externe.

On peut en outre à présent se demander de quels noyaux de cette couche s'agit-il ?

Il est évident que ce n'est pas des noyaux des cônes, qui siégent habituellement à la partie interne de ces corps, et desquels part un prolongement long, assez épais, connu sous le nom de fibre du cône. Nous ne voyons rien de tout cela dans les cellules du gliome. D'après l'opinion de Knapp et des observateurs plus anciens, les cellules du gliome seraient semblables aux grains des bâtonnets, lesquels constituent la masse principale de la couche externe des grains.

M. Schultze s'exprime ainsi dans son travail sur l'anatomie et la physiologie de la rétine, où il s'occupe principalement de la couche des bâtonnets et de la couche externe des grains. « Il est aujourd'hui à peu près hors de doute que c'est dans la couche des cônes et des bâtonnets que siégent les extrémités des fibres nerveuses impressionnables à la lumière, et comme dans cette couche on ne trouve d'autres éléments que les cônes et les bâtonnets, on est en droit de conclure que ce sont les uns ou les autres de ces éléments, ou peut-être même tous les deux, qui sont les extrémités des fibres nerveuses. A la page suivante, l'auteur montre que les bâtonnets et les cônes

doivent être considérés comme les seules extrémités nerveuses impressionnables à la lumière. Quand il s'occupe ultérieurement de la couche externe des noyaux, il ajoute que « dans la rétine humaine, en dehors des noyaux des bâtonnets et des cônes, il n'a jamais trouvé ni cellules ni grains dans la couche granuleuse externe ». Toutes les recherches qu'il a faites sur les animaux, ont confirmé son opinion sur ce sujet. Il dit de plus : « Les corps des cellules sont formés par un noyau sphérique homogène renfermant un petit nucléole brillant, et autour de ce noyau un bord circulaire extrêmement mince, formé d'une substance à peine granuleuse, opaque, parfaitement visible, mais seulement à l'extrémité supérieure et inférieure du noyau, là où le mince filament est enlevé. »

Henle dit dans son Manuel, que les noyaux des bâtonnets possèdent deux ou trois raies claires transversales; remarque qui a été confirmée plus tard par Ritter et Schultze.

Comment peut-on maintenant se demander quels sont les points communs entre les noyaux de la couche externe et les cellules du gliome ? Où trouvons-nous dans ces dernières ces ramifications variqueuses, cette homogénéité, ces raies transversales décrites par Henle, et enfin ces particularités de structure qui sont propres aux grains des bâtonnets ?

Naturellement toutes ces choses manquent dans les cellules du gliome. Mais le point important de la question est renfermé dans les considérations suivantes. Les noyaux de la couche externe perdent souvent leur constitution normale, tantôt par suite d'altérations cadavériques, tantôt sous l'influence de l'action trop énergique du liquide de Muller, tantôt enfin par suite d'altérations pathologiques, leur contenu se coagule, et se remplit de granulations dispersées irrégulièrement çà et là. Les fibres qui unissaient ces noyaux avec les bâtonnets se rompent, de sorte qu'ainsi altérés ils offrent en effet quelque ressemblance avec les noyaux habituels des cellules. Ils pouraient bien alors offrir l'aspect des noyaux des cellules du gliome, mais jamais celui de la cellule même.

C'est précisément sur ces considérations, sur la ressemblance assez éloignée qui existe entre les grains, chimiquement, patholo-

giquement altérés de la rétine et les cellules du gliome, qu'on a basé la théorie du développement de ces tumeurs aux dépens de la couche granuleuse externe (1).

Voici comment se passent les choses, à notre avis : La tumeur, après sa sortie de la rétine, s'étend le long de la membrane limitante externe, de la même façon que dans le cas que je viens de décrire, elle s'étend le long de la limitante interne, et faisant alors disparaître par compression les bâtonnets, elle paraît étroitement liée à la couche externe des grains.

D'après moi, c'est la seule manière d'interpréter les idées et les dessins de Knapp, si l'on ne veut pas toutefois réprouver les vues de M. Schultze sur la couche granuleuse externe.

Virchow a donné à ces tumeurs le nom de gliomes, parce qu'il les considérait comme formées par une prolifération de la névroglie de la rétine. D'un autre côté, nous avons vu par les passages que nous avons mentionnés, que Schultze considère la couche granuleuse externe ainsi que les cônes et les bâtonnets comme exclusivement composés d'éléments nerveux.

Or, affirmons-nous que le gliome est constitué par une prolifération de la couche granuleuse externe, et considérons-nous en même temps comme exactes les recherches de Schultze, alors nous attaquons directement l'idée primitive du gliome. Le gliome en effet cesse d'être gliome, quand on le considère comme le produit de la prolifération d'éléments nerveux.

Nous tenons-nous au contraire au point de vue de Virchow, acceptons-nous le gliome comme tel, et admettons-nous en même temps qu'il se développe aux dépens de la couche granuleuse externe, alors nous sommes forcés de rejeter complétement les recherches de Schultze.

Nous devons supposer que Knapp, quand il décrit sa tumeur comme gliome, accepte cette dernière hypothèse ; malheureusement il ne s'exprime pas d'une façon précise à ce sujet.

Sous ce rapport, Schweigger est plus explicite ; il est vrai que son travail date de l'année 1860, époque à laquelle on commen-

(1) Knapp, *Die intra-oculären Geschwülste*, pl. II, fig. 3.

çait seulement à s'occuper de cette question. A l'occasion du cas qu'il décrit il dit : « Comme les éléments nerveux de la rétine, avaient complétement disparu, on devait considérer tous les éléments de la tumeur comme formés de tissu cellulaire ; d'où il résulte que la plus grosse partie, si ce n'est *la totalité de la couche des noyaux est composée de tissu cellulaire*.

Quand il s'agit de savoir aux dépens de quelle couche des grains elle a pris naissance, Schweigger est plus indécis, et dans le cas qu'il décrit, et dont il donne les dessins, il se trouve dans l'impossibilité, de distinguer la couche externe de la couche interne. Néanmoins il ajoute, dans un passage, que probablement le processus morbide s'était formé aux dépens de la couche interne. Hirschberg est plus précis quand il dit : *examinés au microscope, les plus petits, et manifestement les plus récents foyers étaient constitués par une accumulation circonscrite de cellules rondes dans la couche granuleuse interne*. Sa dernière phrase ajoute : pourtant avec quelque participation de la couche externe ; elle ne paraît pas avoir pour lui une grande importance, car, par opposition avec ce qui précède, il l'a fait imprimer en caractères plus petits.

On comprend que cette erreur puisse facilement se glisser, quand on sait que les cellules appartenant à la couche granuleuse interne atteignent parfois, en se développant, la couche externe.

D'après la manière dont j'interprète les passages cités d'Hirschberg, d'après les considérations qui se rattachent au cas que j'ai décrit, nous voyons (ce qui n'est pas douteux dans mon observation, et reste très-probable dans celle d'Hirschberg) que la couche granuleuse externe, ainsi que les cellules ganglionnaires, ne participent pas à la formation du gliome. Par contre, ce sont les cellules qui se trouvent dans la couche des fibres nerveuses, dans la couche granuleuse interne, et aussi dans la tunique adventice des vaisseaux qui y prennent part. Cette manière de voir concorde à la fois et avec l'opinion de Virchow sur le gliome et avec les travaux de Schultze sur la structure de la rétine.

Quant à la théorie de Knapp, d'après laquelle la tumeur devrait se produire aux dépens de la couche granuleuse externe, je la considère comme étant encore à démontrer.

Nous ne voulons évidemment pas décider ici s'il a tort ou raison, et trancher la question. La structure de la rétine n'est pas encore assez définitivement établie pour cela ; nous voulons seulement dire que cette théorie est peu vraisemblable, et qu'il serait à désirer, que dans les cas nouveaux on apportât un soin minutieux dans ces recherches, qui sont très-importantes pour résoudre la question de la nature des grains de la couche externe.

Nous ne pouvons nous empêcher de renvoyer encore une fois au travail déjà mentionné de de Græfe. Il nous paraît extrêmement probable que dans ce cas il a aussi observé la même forme de gliome, c'est du moins ce qui résulte assez clairement du passage que nous avons mentionné plus haut; pourtant le processus morbide était plus ancien que dans notre observation, c'est aussi peut-être pour cela que les deux formes du gliome apparaissaient simultanément. Pour nous il est hors de doute que des recherches précises faites à une époque où le processus morbide est peu avancé, montreront que cette variété de gliome, qui se développe aux dépens des couches internes de la rétine, est loin d'être aussi rare qu'on le pense, et nous croyons qu'elle prendra dans l'ophthalmologie le même rang que l'autre forme déjà décrite par Schweigger, Virchow, Hirschberg et autres.

Ce travail venait d'être terminé quand je reçus du docteur Manfredi (*Rivista*, clin. VII, 6, Giugno, 1868) son mémoire sur le gliome de la rétine.

D'après l'opinion de cet auteur, le gliome se développerait dans toutes les couches internes de la rétine, et aux dépens des cellules qui, d'après Kölliker, se trouvent sur la limitante interne aux extrémités des fibres radiées.

Aux endroits où existent les petites tumeurs, les deux couches des noyaux ont perdu leur structure particulière, elles sont enveloppées dans une masse granuleuse de nouvelle formation qui s'est développée aux dépens de la couche grise des fibres optiques. A mesure que cette nouvelle masse s'étend sur la limitante interne, la couche des fibres nerveuses s'amincit.

De telle sorte que les tumeurs un peu plus grosses semblent

tirer leur origine de cette couche de noyaux de nouvelle formation dans l'épaisseur de laquelle se répandaient de nombreux vaisseaux.

Nous voyons par là que peu à peu le siége et l'origine du gliome s'éloignent de la couche granuleuse externe. Hirschberg les met dans la couche granuleuse interne, Manfredi dans une couche de nouvelle formation, occupant la partie interne des fibres nerveuses. Sans vouloir mettre èn doute l'exactitude de ces diverses observations, je me permettrai pourtant de répéter encore une fois, qu'évidemment il n'y a et ne peut y avoir dans la rétine, aucune cellule particulièrement conformée pour donner naissance au gliome. Toutes les cellules de la névroglie peuvent fournir les matériaux nécessaires à la formation de cette tumeur ; et il n'y a pas de raison pour localiser et limiter dans telle ou telle le développement du gliome. Quant à la question du point de départ du gliome, il est particulièrement intéressant de remarquer, ainsi que nous l'avons observé, qu'il est possible, au début, de localiser le processus tantôt dans une couche, tantôt dans une autre ; par conséquent cette tumeur se développe d'après le même type que la rétinite interstitielle, dans laquelle aussi la localisation du processus est une des particularités les plus frappantes.

NOTE

SUR UN POINT OBSCUR DE L'HISTOLOGIE

DE LA GLANDE THYROÏDE

Par M. J. J. da Silva AMADO
Conservateur du Musée d'anatomie de l'École de médecine de Lisbonne

---

Désirant autant qu'il me serait possible jeter quelque jour sur quelques points obscurs de l'histologie de la thyroïde, j'ai entrepris une étude patiente et minutieuse de cet organe dans l'homme.

J'ai examiné au microscope les glandes thyroïdes de 54 cadavres dont j'ai fait l'autopsie.

La première glande que j'ai examinée était une thyroïde double, anomalie dont Morgagni, Bichat et d'autres anatomistes ont observé quelques cas. C'est un des lobes de cette glande que j'ai fait représenter dans la planche qui suit cette note.

La figure 1 représente la section de ce lobe, montrant la cap-

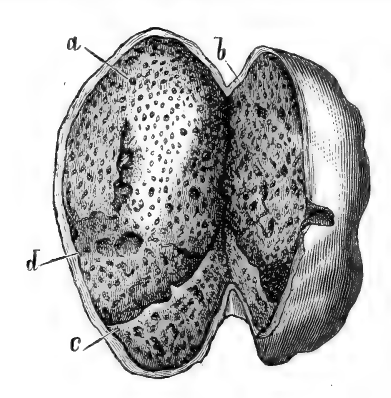


Fig. 1.

sule fibreuse extérieure avec un prolongement par *c* très-distincte qui divise le lobe en deux lobules inégaux ; en *a*, *b*, *e*, *c*, on voit les vésicules closes dont quelques-unes sont un peu dilatées.

Sur la figure 2, on voit une vésicule amplifiée, enveloppée de tissu connectif, doublée d'épithélium, enfermant six corps gra-

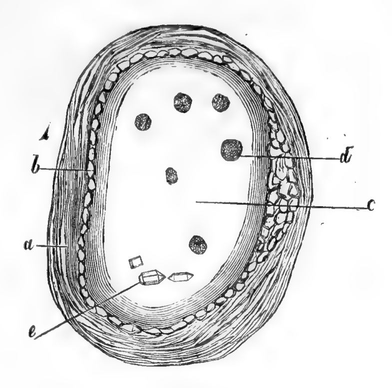


Fig. 2.

nuleux et trois cristaux, et presque complétement pleine par un gros sympexion.

La figure 3 montre une vésicule avec sa doublure épithéliale et

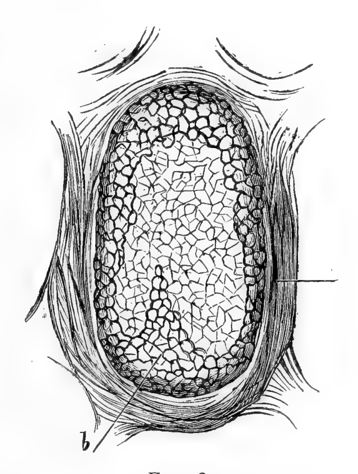


Fig. 3.

enveloppée de tissu connectif qui circonscrit aussi d'autres vésicules voisines.

La figure 4 représente une fraction de sympexion avec une fracture (*b*) presque vitrée et enfermant un corps granuleux (*a*) et un

cristal (*c*). Dans cette figure on voit les granulations grisâtres dont parle M. Robin.

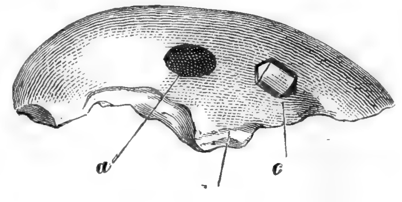


Fig. 4.

Les figures 5, 6, 7, 8, 9, 10 représentent des cristaux que j'ai observés dans différentes vésicules et vus à l'aide d'une puissante amplification.

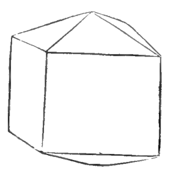


Fig. 5.

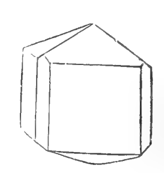


Fig. 6.

Je ne sache pas que quelqu'un ait déjà représenté des cristaux semblables observés dans la thyroïde. Les ouvrages de MM. Robin, Sappey, Carpenter, Kölliker et Leydig qui montrent le mieux

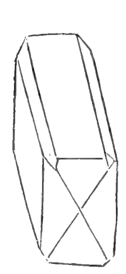


Fig. 7.

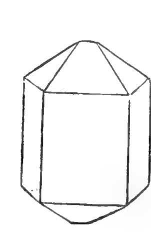


Fig. 8.

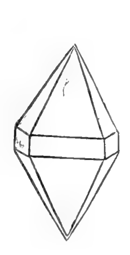


Fig. 9.

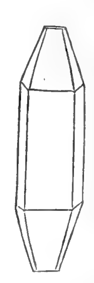


Fig. 10.

l'état actuel de l'histologie en France, en Angleterre et en Allemagne, ne mentionnent pas l'existence de cristaux semblables dans les plantes thyroïdes.

Je n'ai trouvé mention, ayant rapport à ce sujet, que dans les ouvrages de MM. Liégeois et Milne Edwards. M. Liégeois dit seu-

lement que quelquefois on rencontre dans les vésicules closes de la thyroïde des cristaux prismatiques et en octaèdres (1).

M. Milne Edwards, dans une note, fait allusion de la suivante manière aux observations de Beale :

« Par quelques expériences faites par M. Beale, on voit que le liquide renfermé dans la glande thyroïde ne contient pas de l'albumine coagulable, mais une matière albuminoïde ; il n'y a découvert aucune trace d'urée ni d'acide urique ; enfin, chez le bœuf, il y a rencontré de la gélatine, et quelquefois il a trouvé sous ce corps des cristaux de phosphates et d'oxalate de chaux (2). »

Comme on le voit, M. Liégeois se borne à indiquer la forme que ces cristaux lui semblent avoir, sans indiquer la substance dont ils sont formés.

Dans la plante que j'ai fait représenter, et dans presque toutes celles que j'ai observées, j'ai trouvé des cristaux, jamais cependant en octaèdres.

Pour donner une idée de la forme variée de ces cristaux, sans adopter toutefois le langage cristallographique, je dirai simplement que c'était des prismes à chaque base desquels se trouvait appendue une pyramide. Quelquefois le prisme était très-allongé, comme on le voit dans les figures 9 et 10, d'autres fois, il était fort court.

Quelquefois le prisme avait les bases à peu près égales aux faces latérales, comme dans les figures 5 et 6; dans quelques autres cas, ils ressemblaient à première vue à des cubes, mais en les retournant on apercevrait les pyramides. Le sommet des pyramides était quelquefois tronqué, comme on le voit dans les figures 8 et 10.

J'ai prié mon ami le professeur May Figueira d'examiner avec moi ces cristaux, et il a confirmé en tous points mon observation.

Si les cristaux que nous avons observés étaient composés de phosphates, comme pourrait le faire supposer l'observation rapportée par M. Milne Edwards, nous devons ajouter qu'alors ces

(1) Liégeois, *Anatomie et physiologie des glandes vasculaires sanguines.*

(2) Milne Edwards, *Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux.*

phosphates existaient dans un état moléculaire spécial, non-seulement parce que la forme cristalline n'est pas exactement celle que l'on trouve dans les liquides où l'on rencontre des phosphates, mais aussi parce que les réactifs chimiques agissent sur eux un peu différemment. Ainsi, les phosphates de l'urine se dissolvent immédiatement dans le nitrate d'argent, tandis que j'ai encore vu des cristaux de la thyroïde au bout de vingt-quatre heures de macération dans ce réactif.

Les cristaux de la thyroïde sont isomorphes avec ceux de la créatine.

J'ai trouvé des glandes contenant des cristaux et qui n'avaient que peu ou point de sympexions, et j'ai rencontré souvent des sympexions avec les granulations grisâtres dont parle M. Robin, professeur d'histologie à la Faculté de médecine de Paris.

De nombreux sympexions avaient effectivement la consistance de la cire et leurs fractures étaient presque vitrées, d'autres cependant plus petits affectaient une forme presque cristalline.

Dans le thymus d'un bœuf, ces corpuscules très-nombreux étaient prismatiques et offraient une régularité presque aussi parfaite que de véritables cristaux. Quelquefois il m'a semblé même qu'il y avait, dans ces sympexions, des formes de transition aux cristaux dont j'ai parlé.

Dans quelques thyroïdes, les cristaux étaient rares ou même on ne les voyait plus, et, lorsque quelques-uns se montraient, ils étaient rayés et comme offrant un commencement de dissolution : quand ces faits se présentaient, la préparation était extrêmement transparente, les vésicules sans épithélium et leur cavité pleine d'un liquide où nageaient des granulations graisseuses avec des détritus de cellules.

Les cadavres où j'ai trouvé ces glandes appartenaient à des individus qui étaient morts cachectiques et avaient aussi une dégénérescence graisseuse des fibres musculaires du cœur.

La dégénérescence et la chute de l'épithélium des vésicules de la thyroïde n'est donc pas un phénomène cadavérique, comme le supposait Kölliker, mais bien un phénomène pathologique qu'il importe de connaître.

Il résulte de ce que nous venons d'exposer que l'on doit poursuivre l'étude chimique et histologique des vésicules de la glande thyroïde, car cette étude seule pourra nous fournir les éclaircissements nécessaires à la découverte des fonctions d'une glande qui doit être importante, si nous avons égard à sa persistance dans tous les âges, à l'abondance des vaisseaux et des nerfs qu'elle possède et à la fréquence des lésions qui l'atteignent.

Si Beale a trouvé dans les vésicules closes de cette plante des substances albuminoïdes, si Colin y a vu de la glycose, si d'autres y ont rencontré de l'acide lactique, de la leucine et de l'hypoxanthine, il est certain que nous ne devons borner ici nos investigations, et qu'il est convenable de poursuivre cette étude, sans oublier que, dans les cavités glandulaires de cet organe, se produit une substance susceptible de cristalliser et de se redissoudre, et qui semble persister tant que la glande conserve sa structure normale.

DES

PHÉNOMÈNES ÉLECTRO-CAPILLAIRES

Résumé des expériences de M. BECQUEREL

Par M. E. ONIMUS.

L'étude des courants électriques dans l'organisme humain vient récemment d'entrer dans une voie toute nouvelle, grâce aux travaux de M. Becquerel et à sa découverte fondamentale des courants électro-capillaires. Sans entrer dans tous les détails de cette question, nous exposerons les faits principaux et les conséquences les plus importantes se rattachant à l'électro-physiologie (1).

Voici le principe posé par M. Becquerel : deux dissolutions de nature différente, conductrices de l'électricité, séparées par une membrane organique ou par un espace capillaire, constituent un circuit électro-chimique pouvant donner lieu à des effets chimiques.

En séparant des dissolutions métalliques par un tube de verre dans lequel on a fait une légère fissure ou par du papier à dialyse, M. Becquerel est arrivé à réduire facilement le platine, l'or, l'argent, le cuivre, l'étain, le plomb, le cobalt, le nickel, etc.

Il résulte de là que des circuits électro-chimiques peuvent exister dans la nature organique sans l'intervention d'aucun métal. Il suffit, en effet, de la présence de deux liquides séparés par des espaces capillaires ou des membranes, pour constituer de véritables circuits.

Voilà comment est constitué le couple électro-capillaire : la paroi en contact avec le liquide qui se comporte comme acide, est le pôle négatif, et la paroi opposée le pôle positif ; les parois des espaces capillaires se comportent comme des conducteurs

(1) Voy. *Mémoires* et *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences* depuis 1867. M. Becquerel y a publié neuf mémoires sur les *Phénomènes électro-capillaires*. Le dernier de ces mémoires (du moins jusqu'à ce jour) a été lu à l'Académie des sciences le 4 février 1870.

solides de l'électricité, fait démontré par M. Edmond Becquerel.

Les courants électro-capillaires opèrent encore des effets mécaniques d'une grande importance, et l'on sait, en effet, qu'il y a un double courant allant du pôle positif au pôle négatif et du pôle négatif au pôle positif ; mais ce dernier est bien faible. Aussi, en décomposant avec la pile de l'eau renfermée dans un vase partagé en deux compartiments au moyen d'une membrane, le niveau s'élève dans la case négative. De plus, l'électricité positive a plus de force que l'électricité négative pour vaincre les obstacles.

Si maintenant nous considérons les divers éléments anatomiques, cellules, tubes, globules, et leurs rapports avec les liquides de l'organisme, nous trouvons presque pour tous le principe du couple électro-capillaire, c'est-à-dire des liquides ou des substances semi-liquides, séparés les uns des autres par une membrane. Il existe donc dans le corps un nombre incalculable de couples électro-capillaires donnant lieu, dans le même tissu, à des courants qui agissent sans interruption pendant la vie et quelque temps après la mort.

M. Becquerel a d'abord recherché si l'oxydation qui s'opère au contact de l'air et des muscles et autres tissus, quand ils ne sont plus vivants, est indépendante ou non de leur organisation, et si elle a des rapports avec celle qui se produit dans les corps vivants par l'intermédiaire du sang artériel.

Cette première série d'expériences a démontré : 1° qu'un muscle intact mis en contact avec l'oxygène respire de même que lorsqu'il est en présence du sang, mais les résultats ne sont pas identiquement les mêmes ; 2° que, lorsque le muscle est désorganisé et réduit en pâte très-fine, il consomme une quantité d'oxygène double de ce qui est consommé par un muscle intact de même poids.

Or, pour le muscle intact comme pour le muscle réduit en pâte, si l'on met une lame de platine à l'extérieur du muscle, et une autre à l'intérieur, on obtient une déviation de l'aiguille du galvanomètre qui indique que le courant va de l'intérieur à l'extérieur, c'est-à-dire que la surface extérieure est positive et la surface

intérieure négative. Comme la partie extérieure est en contact avec l'air extérieur, et par conséquent plus oxydable, il est à présumer que c'est là une des causes qui déterminent le courant musculaire de l'intérieur à l'extérieur ; il en est de même dans l'animal vivant, ou du moins quand les muscles sont mis en contact avec l'air par une préparation préalable.

D'autres expériences de M. Becquerel sur l'absorption des gaz par les os et les tendons, lui ont également démontré que ces tissus respiraient comme les muscles. Comme M. Hermann, M. Becquerel admet que l'origine des courants électriques dans les muscles est due à une cause chimique. L'expérience sur des muscles réduits en pâte le démontre d'une manière évidente ; mais à ces preuves, M. Becquerel ajoute encore celles d'autres faits découverts par lui. Si, sur des muscles plongés dans l'azote ou l'hydrogène, on a d'abord un courant allant de l'intérieur du muscle à l'extérieur, au bout de quelque temps le courant diminue, devient nul, et enfin se manifeste en sens inverse. Ce renversement est dû probablement à la différence d'oxydation des parties du muscle, car la partie intérieure du muscle renferme encore de l'oxygène et des parties oxydables, lorsque la surface est déjà complétement altérée ; la partie intérieure devient alors acide par rapport à la partie externe.

Les os, comme les muscles et les nerfs, donnent lieu à un courant électrique. Celui-ci est remarquable par l'intensité et la durée de la force électro-motrice.

La force électro-motrice du courant osseux a été étudiée par M. Becquerel, à l'aide de la méthode dite *par opposition*, et en employant des couples spéciaux inventés par M. Edm. Becquerel. Cette force est environ moitié de celle du couple à sulfate de cuivre ; elle est constante pendant quelque temps, et elle augmente ensuite peu à peu, à mesure que l'eau distillée, dans laquelle plonge l'os, se charge de matières organiques qui, en se décomposant, rendent l'eau acide. On peut ainsi construire une pile qui marche pendant plusieurs semaines.

M. Becquerel a également cherché la force électro-motrice entre le sang artériel et le sang veineux. Il a trouvé qu'elle est

égale à 0,57, celle d'un couple à acide nitrique étant 100. La force électro-motrice de la sérosité des muscles est représentée par 0,3, celle du couple à acide nitrique étant 100. Il existe donc une suite innombrable de courants électro-capillaires entre le sang et les liquides musculaires.

Quelles sont les actions électro-chimiques résultant du fonctionnement de ces innombrables couples électro-capillaires? Dans le sang artériel, l'oxygène est fixé dans l'hématosine, par une affinité capilaire. La face des capillaires en contact avec le sang artériel est le pôle négatif, et celle opposée, contiguë aux sérosités, le pôle positif d'un couple. « Les courants électriques, suivant leur intensité, pouvant vaincre toutes les affinités, même l'affinité capillaire, il en résulte que l'oxygène, par l'effet du courant électro-capillaire agissant comme force chimique, est déposé sur la paroi positive en dehors des capillaires, et les globules qui sont électro-positifs sur la paroi négative de l'intérieur ; l'oxygène peut réagir alors sur les matières combustibles des liquides ambiants, avec production de gaz acide carbonique qui rentre dans les capillaires par l'action du courant agissant comme force mécanique à l'égard des composés électro-positifs dissous. »

Ces recherches de M. Becquerel donnent, des phénomènes qui se passent dans les capillaires, la seule explication satisfaisante. On comprend en effet difficilement que les seules lois d'endosmose et de diffusion puissent rendre compte de la rapidité des échanges liquides et gazeux qui se font entre les capillaires et les tissus contigus. Comment d'ailleurs se fait-il que, dans un cas (grande circulation), l'oxygène qui a tant d'affinité pour les globules du sang, quitte les globules, et que le sang revienne dans les veines chargé d'acide carbonique? Dans un autre cas (circulation pulmonaire), le sang arrivant aux poumons se débarrasse rapidement de son acide carbonique et prend de l'oxygène. La théorie de M. Becquerel est tout aussi exacte pour les capillaires des poumons. Seulement, dans ce dernier cas, le phénomène est inverse, c'est l'acide carbonique qui est expulsé, et c'est l'oxygène qui rentre dans le sang des vaisseaux efférents ; mais aussi, l'électricité des parois a également change de parois. L'oxygène, en effet, au lieu d'être

du côté de la surface interne, comme pour les capillaires des tissus, est pour les capillaires du poumon du côté de la surface externe; les phénomènes d'échange et de transport matériel doivent donc être, comme cela a lieu, inverses dans les deux cas.

Il faut bien remarquer que tous les phénomènes d'échange de gaz et de liquides se font dans l'organisme avec une rapidité telle qu'il est impossible de les expliquer par le seul fait de l'endosmose, qui d'ailleurs est accompagné de phénomènes électriques et qui est augmenté dans de notables proportions par les courants. Sans l'intervention des phénomènes électro-capillaires, il est réellement impossible d'expliquer l'introduction de l'acide carbonique dans les capillaires. Pour les vaisseaux des poumons, on peut prétendre que l'oxygène a beaucoup d'affinité pour les globules et que l'acide carbonique n'en a pas; mais pour les capillaires des tissus, comment se fait-il que l'acide carbonique, qui a si peu d'affinité pour les globules, vienne s'y déposer et pénètre même dans des vaisseaux où la tension est plus élevée que dans les tissus d'où il provient ?

D'un autre côté, plusieurs expériences prouvent que l'oxygène qui se trouve dans le sang qui revient des poumons s'y trouve à l'état d'ozone. Et comment y serait-il sous cette forme, s'il n'avait éprouvé dans les capillaires l'influence de courants électriques?

Une autre conséquence des courants électro-capillaires résulte de ce que les parois des tissus qui servent d'électrodes aux couples électro-capillaires, sont elles-mêmes soumises aux actions électrochimiques ; elles éprouvent donc des effets de décomposition et de recomposition, et les principes élémentaires des organes sont ainsi sans cesse renouvelés.

En résumé, les tendons, les artères, les veines, les nerfs (1), les os et tous les tissus donnent des courants dans le même sens et dans les mêmes conditions, et ces courants, comme le prouvent tous les faits que nous venons d'exposer, ont une origine chimique

(1) M. Becquerel a également trouvé qu'il existe un courant électrique entre la substance blanche et la substance grise dans la moelle et dans l'encéphale. Le courant est dirigé de la substance blanche à la substance grise.

et ne proviennent nullement d'une organisation électrique des muscles et des nerfs.

Les courants électro-capillaires sont les seuls dont l'existence soit bien constatée jusqu'ici. Ils sont produits dans les corps vivants partout où il y a deux liquides différents séparés par une membrane telle qu'une paroi cellulaire. C'est probablement à des actions de ce genre qu'est due l'électricité développée dans les appareils spéciaux de certains poissons.

PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES

D'UN NOUVEAU DÉRIVÉ DE LA STRYCHNINE

EXPÉRIENCES FAITES A L'INSTITUT PHYSIOLOGIQUE DE TUBINGEN

Par Édouard VAILLANT.

Par l'énergie de leurs propriétés toxiques, par la grande différence que présente leur action et celle de la strychnine, les dérivés de cet alcaloïde ont à plusieurs reprises dans ces dernières années attiré l'attention des physiologistes.

Déjà en 1858 (*Annales de Poggendorff*), dans un travail purement chimique sur les composés de la strychnine, Stahlschmidt remarque incidemment qu'il put administrer par voie digestive à des lapins jusqu'à $0^{gr},6$ de méthyl-strychnine sans produire d'action toxique.

Renouvelant et étendant ces expériences Schroff (*Wochenblatt der Zeitschrift der Gesellschaft der Ærzte in Wien*, 1866, p. 157), administrait de la même façon de fortes doses, $0^{gr},05$-$0^{gr},2$ d'azotate de méthyl-strychnine, sans que les lapins soumis à l'expérience manifestassent le moindre trouble fonctionnel; les mêmes doses en injections sous-cutanées produisaient des convulsions légères suivies de paralysie puis de mort. Des injections sous-cutanées de 3-10 milligrammes, produisaient sur des grenouilles une paralysie immédiate de la motilité avec complet anéantissement de l'excitabilité des nerfs moteurs. Schroff attribue à l'azotate de méthyl-strychnine une action analogue à celle du curare. De plus, ayant remarqué que, quand le toxique produit la paralysie sans la mort, avec le retour de la motilité, l'excitabilité des nerfs sensitifs augmente au point que de faibles excitations causent de vrais accès tétaniques, Schroff pense qu'en ce cas la strychnine est mise en liberté par suite d'une décomposition de méthyl-strychnine.

Deux ans plus tard, MM. Brown et Fraser publiaient (*Transactions of the royal Society of Edinburgh*, vol. 25, 1868), le ré-

sultat de leurs recherches sur les propriétés physiologiques des composés de la strychnine. L'action des composés avec lesquels ils expérimentèrent se montra très-différente pour chaque composé ; de petites doses de sulfate de méthyl-strychnine, par exemple, avaient une action aussi énergique que de fortes doses d'iodure de méthyl-strychnine. Cette différence d'action vient de la différence de solubilité des composés. Ces observateurs partagent aussi l'opinion de Schroff sur la différence des propriétés de la strychnine et de ses dérivés : « Nous n'avons observé, disent-» ils, aucun des symptômes que donne la strychnine ; ni tétanos, » ni signes d'augmentation de la sensibilité réflexe ; mais au » contraire : paralysie des nerfs moteurs suivie de mort comme » avec le curare. »

La même année (*Comptes rendus*, 2 novembre 1868), sans connaître les expériences des précédents observateurs, MM. Jolyet et Cahours publièrent le résultat de leurs études sur le même sujet. Déjà auparavant ils avaient montré que le méthyl-éthyl-aniline et l'amyl-aniline ont une action différente de celle de l'aniline, quoique l'aniline entre dans ces composés sans changer sa composition chimique. C'est partant de ce point de vue qu'ils avaient porté leurs études sur l'action des dérivés de la strychnine. Sur des grenouilles, des injections sous-cutanées de doses déterminées de méthyl-strychnine et d'éthyl-strychnine produisaient directement une paralysie totale des nerfs moteurs ; les muscles conservaient leur irritabilité. Quand la quantité du poison injecté était insuffisante pour produire la mort, les grenouilles restaient un certain temps (24-48 heures) dans une sorte de mort apparente, puis la motilité revenait peu à peu. Dans cette période de rétablissement se produisaient aussi des accès tétaniques par suite d'augmentation de l'irritabilité réflexe ; effet différent de celui de la strychnine, qui, comme on sait, produit directement le tétanos. De très-fortes doses d'iodure de méthyl-strychnine, administrées par voie digestive à des chiens, ne produisaient que des convulsions, suivies d'un prompt retour à l'état normal. MM. Jolyet et Cahours trouvent, eux aussi, une certaine analogie entre l'action de ces composés de la strychnine et celle du curare.

Dans une note envoyée à l'Académie des sciences (*Comptes rendus*, 21 novembre 1868), et ayant pour but d'établir la priorité de leurs recherches, MM. Brown et Fraser croyaient pouvoir expliquer quelques différences des résultats de leurs expériences et de celles de MM. Jolyet et Cahours par l'état d'impureté où se seraient trouvées les substances employées par ces derniers observateurs. Cependant eux-mêmes avaient remarqué quelquefois des effets qui n'appartiennent pas à l'action du curare : des tremblements et parfois des crampes, de vrais spasmes. Nous verrons d'ailleurs que la critique de MM. Brown et Fraser n'était pas exacte.

M. Strecker découvrit, en 1869, un nouveau dérivé de la strychnine, le chlorure d'oxéthyl-strychnine : strychnine + $(C^2H^5O)Cl$. M. Vierordt me proposa de faire dans l'Institut physiologique de Tübingen quelques recherches afin de déterminer les propriétés physiologiques de ce composé, dont l'étude était d'autant plus intéressante, qu'étant très-soluble on pouvait en attendre une action très-énergique. La dissolution exactement titrée et préparée dans le laboratoire de M. Strecker, était d'une pureté absolue.

Ces expériences, dont j'indiquerai aussi brièvement que possible les résultats, furent faites dans les conditions suivantes. Elles eurent lieu pendant l'hiver 1869-70, ce qu'il me faut remarquer, car, comme on sait, l'effet toxique sur les grenouilles varie suivant la saison et la température.

I. — Expériences sur les animaux a température variable.

Les premiers essais furent faits sur des grenouilles de grandeur moyenne, et le toxique leur était toujours administré par injections sous-cutanées.

L'effet produit dépend de la quantité de poison injectée. Quoiqu'il n'y ait pas de ligne de démarcation bien nette entre les effets produits par des doses de quantité peu différentes, on peut cependant établir d'une manière générale, suivant la force des doses, les trois divisions suivantes :

1° *Doses faibles.* — 0,17-0,5 milligramme produisent déjà des effets très-caractéristiques. Bientôt la motilité disparaît. Le retour à l'état normal est complet, par exemple : pour une dose de 0,18 milligramme, après dix-sept heures ; pour une dose de 0,35 milligramme, au bout de trente heures.

2° *Fortes doses.* — 1-3 milligrammes produisent des symptômes plus graves. Peu après l'injection, la grenouille est à l'état de mort apparente, les premiers signes de vie ne reparaissent qu'au bout de quelques jours, et ce n'est qu'après une semaine ou une semaine et demie que se produit le retour à l'état normal.

3° *Dose mortelle.* — 3 milligrammes, parfois cependant une dose même plus forte, 4 à 5 milligrammes, est insuffisante.

J'arrive maintenant à l'effet produit sur les fonctions principales.

Sensibilité. — Symptôme constant : hyperesthésie. Cette augmentation de la sensibilité se manifeste par des tremblements et mouvements brusques au plus léger contact. Avec de fortes doses au-dessus de 1 milligramme, on obtient rien qu'en touchant la peau de l'animal, des symptômes tétaniques ; par exemple : sept minutes après l'injection sous-cutanée de 1,77 milligramme. La moindre excitation mécanique produit un accès tétanique, toujours de courte durée. Cette hyperesthésie, le premier symptôme qui se manifeste nettement, accompagne en augmentant avec eux les autres symptômes d'intoxication, et quand la grenouille se ranime elle reparaît pour ne disparaître qu'avec le retour à l'état normal. Dans cette dernière période de rétablissement, quand la grenouille non encore rétablie, après plusieurs sauts s'arrête épuisée, immobile, si on l'excite légèrement elle pousse des cris vigoureux.

Motilité. — Les premiers symptômes sont des frémissements, mouvements mal coordonnés, locomotion difficile, puis, seulement à la suite d'excitation mécanique, tremblements généraux du corps, diminution progressive de la motilité (mise sur le dos, la grenouille s'agite sans pouvoir se retourner).

Le sens musculaire est altéré : si l'on met l'un des membres de la grenouille dans une position anormale, si l'on étend, par exemple,

l'une des pattes postérieures, elle ne la retire pas, ou ne la retire qu'incomplétement sans pouvoir la ramener à la position normale et symétrique de celle de l'autre patte. Puis, suivant la force de la dose injectée, la motilité atteint un minimum ou disparaît complétement. Cette paralysie dure un temps variable, dépendant de la quantité injectée du poison.

La grenouille se ranime peu à peu, essaye de se mouvoir, puis de sauter, et enfin y parvient ; ces efforts sont toujours suivis d'une période d'épuisement, d'immobilité, pendant laquelle l'animal, même si on l'excite, se montre incapable de se mouvoir. Les mouvements restent longtemps mal coordonnés ; même alors que la grenouille peut faire plusieurs sauts successifs, elle retombe chaque fois les extrémités postérieures plus ou moins étendues, asymétriques, et ne les retire qu'incomplètement. Ce n'est que peu avant le retour à l'état normal que la coordination des mouvements reparaît entièrement.

De fortes doses au-dessus de 1 milligramme ont cet effet particulier d'amener pendant la période d'asphyxie les muscles à un état de rigidité durable qui persiste encore pendant la période de rétablissement, ou même se produit pendant cette dernière période s'il ne s'était pas produit auparavant.

Pour une dose de 0,177 milligramme, les premiers symptômes de trouble de la motilité se manifestent au bout de quinze minutes, la paralysie n'est pas complète, le retour à l'état normal a lieu au bout de dix-huit minutes. Même grenouille, dose 0,177 milligramme : au bout de dix minutes, trouble de la motilité, forts tremblements ; — vingt minutes, paralysie ; — quarante-cinq minutes, premiers mouvements spontanés ; — vingt minutes, état normal.

Dose 0,354 milligramme : convulsions, puis rigidité tétanique ; après trente-deux heures, état normal.

Dose 1,77 milligramme : au bout de deux minutes, premiers symptômes ; au bout de quarante-cinq minutes, mort apparente ; durant trois heures quarante-cinq minutes, rigidité tétanique.

Dose 1,77 milligramme : au bout de sept minutes, paralysie, puis mort apparente; troisième jour, signes de vie minimum; qua-

trième jour, fait quelques sauts ; dixième jour, fait trente sauts ; douzième jour, cinquante-deux sauts.

Nerfs et muscles, — leur irritabilité. — Pendant la période de paralysie, les nerfs ne réagissent pas au courant d'induction même énergique, tandis que l'irritabilité des muscles (comme dans l'empoisonnement par le curare) reste entière. Si les électrodes sont appliqués sur le muscle mis à nu à une très-petite distance l'un de l'autre, les points touchés se soulèvent au-dessus du niveau du muscle sous forme de petites éminences. — Le poison anéantit directement l'irritabilité des nerfs moteurs ; si l'on plonge le nerf ischiatique dans une faible dissolution du poison, il perd rapidement son irritabilité.

Met-on à l'abri de l'action du poison, suivant la méthode de M. Cl. Bernard, une des extrémités postérieures par la ligature de ses vaisseaux, l'excitation du nerf ischiatique de cette extrémité par le courant d'induction produit des contractions musculaires, tandis que l'excitation du nerf ischiatique de l'autre extrémité, dont la circulation est restée libre, ne donne aucune contraction. En outre, l'excitation directe des muscles par le courant d'induction produisait sur l'extrémité soustraite à l'action du poison des contractions plus faibles que celles de l'autre extrémité soumise à cette action.

Cœur. — N'est pas affecté dans la paralysie totale des nerfs musculaires. Si l'on fait au moyen d'un fil la ligature du cœur à la limite du sinus des veines caves et de l'oreillette, les mouvements du cœur cessent au-dessous de la ligature, tandis que les pulsations du sinus continuent comme si la grenouille n'était pas empoisonnée.

Cœurs lymphatiques. — Il en est tout autrement des cœurs lymphatiques. Bidder a montré (*Archiv für An. u. Phys.*, von Reichert u. du Bois-Reymond, 1865, page 337) que le curare paralyse complétement les cœurs lymphatiques.

Notre poison agit d'une façon tout analogue. Prenant une forte grenouille à laquelle on injecte 1,77 milligramme du poison, déjà au bout d'une minute les pulsations des cœurs lymphatiques postérieurs deviennent moins régulières, de plus faibles alternent

avec de plus fortes, et leur durée est inégale. Au bout de trois minutes, le nombre de pulsations descend de soixante à quarante par minute; au bout de cinq minutes, les pulsations ont entièrement cessé pour reparaître faiblement une heure après (dix-huit pulsations). Le lendemain, dix-huit heures après l'injection du poison, l'animal ayant recouvré sa faculté de locomotion, le nombre de pulsations des cœurs lymphatiques est soixante-deux par minute.

Portant la dose à 3,54 milligramme, pour une grenouille aussi de forte taille, la cessation des mouvements des cœurs lymphatiques se produit déjà au bout d'une minute.

Mouvements respiratoires. — La respiration est accélérée. Avec de faibles doses les mouvements respiratoires deviennent plus fréquents, mais restent réguliers ; de fortes doses les rendent irréguliers, de plus fortes doses les suspendent; sept minutes après l'injection de 1,77 milligramme, les mouvements respiratoires ne sont plus perceptibles.

Pupille. — De faibles doses sont sans action. De fortes doses produisent un fort rétrécissement de la pupille, et cette action dure aussi longtemps que l'intoxication.

Action du nouveau toxique ajoutée à celle de la strychnine. — On sait que le curare a été proposé et déjà employé comme antidote de la strychnine, et en général pour combatre les symptômes tétaniques. Il était donc naturel d'essayer si le nouveau toxique ne modifierait pas l'action de la strychnine et dans quelle mesure se produiraient ces modifications ; elles furent très-insignifiantes.

Injectant à deux grenouilles la même dose mortelle de strychnine et de plus à l'une d'elles une certaine quantité de chlorure d'oxéthyl-strychnine, on obtient dans les deux cas des symptômes très-analogues. La seule différence est que l'on remarque chez la grenouille empoisonnée par la strychnine seule, plus de tétanos, et chez l'autre plus de convulsions; de plus, la rapidité de succession des symptômes est très-légèrement accélérée chez cette dernière.

Action cumulative. — Grenouille moyenne, injection sous-

cutanée, deux fois par jour, de 0,118 milligramme de chlorure d'oxéthyl-strychnine, soit 0,236 milligramme par jour (par oubli, le deuxième jour une seule dose fut injectée) Le cinquième jour, une heure après la première injection : tétanos avec grande excitabilité réflexe ; cet état dure environ dix heures, chaque attaque ne durant que quelques minutes. — Sixième jour : état normal.

II. — Expériences sur les animaux a sang chaud.

La quantité de chlorure d'oxéthyl-strychnine mise à ma disposition était, après les expériences précédentes, trop faible pour permettre de nombreuses expériences sur ces animaux.

Première expérience. — Administrant à un cochon d'Inde, âgé de quatre mois, 10,6 milligramme du toxique par voie d'injection sous-cutanée en trois doses dans l'intervalle de vingt-cinq minutes ; douze minutes après la dernière injection l'animal s'affaisse, tombe, ses extrémités sont agitées de vives convulsions, les mouvements respiratoires sont profonds, les mouvements du cœur quelque peu irréguliers et accélérés. Mais ces violents symptômes sont de courte durée ; quarante-cinq minutes après la dernière injection, l'état de l'animal était déjà très-amélioré. Les muscles des extrémités postérieures sont les premiers qui recouvrent leurs fonctions normales, et après un nouvel intervalle de vingt-cinq minutes, l'animal était complétement rétabli.

Deuxième expérience. — Lapin de petite taille, le poison administré aussi par injections sous-cutanées, successives dans l'intervalle de trente-deux minutes : — dose totale, 25,96 milligrammes.

Des doses de 5 à 12 milligrammes, sans altérer visiblement la motilité, augmentent la sensibilité qui devient très-grande, accélèrent le pouls et la respiration, qui étaient avant l'expérience : pouls, 192 mouvements respiratoires, quatre-vingt-dix par minute, s'élèvent quinze minutes après l'injection de 11,8 milligrammes à 234 et 108. Une augmentation des doses précédentes produit, outre les symptômes mentionnés, des tremblements, convulsions, tétanos, paralysie. Quand la dose atteint 25,96 milligrammes, aussitôt se produisent convulsions et tétanos, mais surtout des

convulsions, 120 pulsations par minute, pupilles diminuées ; au bout de neuf minutes, les convulsions, le tétanos cessent, adynamie, mort. Ayant après chacune des injections excité le nerf vague par le courant d'induction, chaque fois se produisit, suivant l'énergie du courant, le ralentissement ou l'arrêt des mouvements du cœur.

III. — CONCLUSIONS.

De ces expériences sur le chlorure d'oxéthyl-strychnine, nous pouvons donc conclure que les dérivés de la strychnine ont une action caractéristique qui leur est propre et qui les distingue aussi bien de l'alcaloïde dont ils sont dérivés que du curare auquel on les a souvent comparés.

Analysant les propriétés du chlorure d'oxéthyl-strychnine que nous a montrées l'expérience, nous trouvons deux ordres distincts de phénomènes, qui nous permettent de diviser la somme des effets toxiques de ce poison en deux séries et d'établir les analogies et différences de son action et de celles de la strychnine et du curare pris comme termes de comparaison.

1° L'action du chlorure d'oxéthyl-strychnine offre quelques analogies avec celle de la strychnine ; car, comme celle-ci, elle augmente l'excitabilité réflexe pendant la première période de l'intoxication et aussi pendant la période de rétablissement.

2° L'action du chlorure d'oxéthyl-strychnine se distingue de celle de la strychnine et se rapproche de celle du curare, en ce que comme celle de ce dernier toxique elle produit la paralysie totale des nerfs moteurs, les muscles conservant en même temps leur irritabilité.

Enfin, considérant la facilité du dosage et de la conservation du chlorure d'oxéthyl-strychnine qui peut être gardé au moins très-longtemps sans altération, tandis que le curare est un produit d'une composition très-variable, nous pensons que les physiologistes trouveront en ce nouveau toxique un agent précieux pour leurs expériences sur la paralysie des nerfs moteurs.

DÉPENDANCE

DU DÉVELOPPEMENT DU SENS DE LIEU DE LA PEAU

ET DE SA

MOBILITÉ SUR LES PARTIES DU CORPS QU'ELLE RECOUVRE

Par le Dr K. VIERORDT
Professeur de physiologie à l'Université de Tübingen.

(Traduit de l'original par M. E. VAILLANT.)

PLANCHE III.

J'ai proposé, il y a peu de temps (1), une hypothèse suivant laquelle la délicatesse du sens de lieu des différents points de la peau d'une région du corps, considérée comme se mouvant toujours dans sa totalité, serait proportionnelle aux distances moyennes de ces points à chacun de leurs axes communs de rotation. Je cherchais à prouver la réalité de cette hypothèse pour la peau de la tête et des extrémités en me servant des résultats qu'avaient obtenus pour ces régions, dans leurs déterminations directes de la finesse du sens du lieu, le fondateur de la physiologie du sens du toucher, E. H. Weber, et plus tard Valentin. La comparaison des résultats du calcul et de l'observation m'amenèrent à conclure que dans les parties où (ainsi que cela a lieu surtout pour l'extrémité supérieure) l'importance des mouvements de totalité est moindre que celle des mouvements des parties individuelles, les différents points de la peau, de chacune de ces parties considérées isolément, pouvaient seuls être comparés entre eux. En même temps, pour apprécier exactement la valeur de cette hypothèse, il était utile de déterminer directement sur une région du corps d'étendue suffisante, et pour un plus grand nombre de lieux de cette région que ne l'avaient fait ces illustres physiologistes, la délicatesse du sens de lieu. Ce sont ces recherches qu'entreprirent, à ma grande satisfaction, MM. Kottenkamp et Ulrich, et qu'ils poursuivirent avec autant de zèle que d'exactitude (2). Les ta-

(1) Voyez *Der Zeitschrift für Biologie*. 1870, Bd. 6, p. 53.
(2) Kottenkamp u. Ulrich, *Versuche über den Kaumsinn der Haut der oberen*

bleaux I-V de leur travail sont disposés de façon à donner surtout un premier aperçu des nombres directement déterminés et de la marche des phénomènes ; les tableaux VII et VIII donnent les mesures comparatives de la finesse du sens de lieu de chacun des points de la peau tant du côté de la flexion que du côté de l'extension, en tenant compte du développement du sens de lieu suivant les directions longitudinales et transversales du membre.

Ces auteurs font remarquer que les valeurs de la finesse du sens de lieu tirées des nombres donnés par l'expérience et calculées au moyen de la méthode de Fechner pour un seul et même lieu de la peau croissent avec l'écartement des deux points touchés; d'où un certain désavantage pour les régions de la peau ou relativement à d'autres, on expérimente dans le domaine du moins distinct. Il est impossible *à priori* de disposer les essais de façon à passer pour chacun des lieux de la peau, d'une façon uniforme, du peu distinct au bien distinct pour arriver au toujours distinct.

Aussi ai-je disposé dans les tableaux suivants I et II les valeurs directement trouvées par MM. Kottenkamp et Ulrich, de telle sorte que l'influence de l'inégale répartition des erreurs d'expérience soit en grande partie éliminée. Par là nous obtenons l'avantage d'une commode exposition des détails des expériences sans diminuer la facilité d'aperçu de l'ensemble ; mais surtout cette disposition permet de calculer d'une façon plus exacte que suivant la méthode adoptée par MM. Kottenkamp et Ulrich, les valeurs comparatives de la finesse du sens de lieu.

Dans les deux tables suivantes I et II sont portés pour chaque lieu de la peau dans huit colonnes verticales les résultats immédiats des expériences indiquant le nombre des déterminations exactes. La première colonne contient les cas de 24 — 30 p. 100, la dernière colonne 91 — 100 p. 100, déterminations exactes. Chacune des huit colonnes est divisée en deux parties répondant

Extremitæt. (*Zeitschrift für Biologie.* 1870.) — Les résultats de ces recherches faites à l'Institut physiologique de Tübingen sont le produit de 1241 déterminations directes de la finesse du sens de lieu de la peau dans toute l'étendue du membre supérieur ; ils sont ici exposés et résumés de telle façon qu'une traduction de ce travail m'a semblé superflue. (*Note du traducteur.*)

TABLEAU I. — **Région antérieure.**

		20–30 o/o		31–40 o/o		41–50 o/o		51–60 o/o		61–70 o/o		71–80 o/o		81–90 o/o		91–100 o/o	
		long.	transv.	l.	t.	l.	t.	l.	t.	l.	t.	l.	t.	l.	t.	l.	t.
Doigts 2-5.	Phal. 3. Apex							$\frac{3}{4}$(57)					$\frac{3}{4}$(75)			1(92)	1(95)
	Phal. 3.						$\frac{3}{4}$(50)					1(75)			1(89)	2(93)	2(96)
	Phal. 2.							1(60)	1(51)							2(95)	2(91)
	Phal. 1.						1(44)					1(73)	2(73)	2(85)		3(94)	3(100)
	Phal. 1.			1(36)	1(33)				2(55)			2(74)			3(88)	3(93)	
Pouce.	Apex pollic.		$\frac{3}{4}$ (25)	$\frac{3}{4}$ (34)									1(73)	1(87)			
	Phal. 2. poll.									1(64)	1(63)		2(76)			1(100)	
	Phal. 1. poll.		1(25)			1(50)						2(75)	2(73)			3(100)	3(100)
Main.	a						2(48)	2(54)			2(68)			3(82)	2(85)	4(93) 5(100)	5(92) 6(100)
	b							3(57)	3(57)					4(82)	4(91)	5(100)	5(100)
Avant-bras.	a	8(30)			5(33)			7(58)	7(55)	8(68)				9(87)	8(88)	10(93)	9(92) 10(100)
	b				8(36)	9(45) 10(50)	9(49)	11(55)					10(72) 11(73)		12(81)	12(91)	14(100)
	c					9(50)		10(56)	9(60)	11(61)	10(64)	12(77) 13(79)		14(85)	11(83)		12(100) 13(100)
	d					10(44)		11(55) 12(60)			10(65) 11(66)	13(74)		14(84)	12(82) 13(90)	15(91) 16(100)	14(95) 15(100)
	e			12(36)						13(66) 14(70)	12(62)		13(79)	15(88)	14(85)	16(100)	15(91)
Bras.	a			15(33)		16(45)				17(64)	15(67)	18(72)		20(89)	16(83) 17(89)	22(100)	18(100) 20(100)
	b					16(43)		17(59)	15(57)		16(68)	18(72)		20(84)	17(88) 18(89)	22(94) 24(94) 26(98)	2 (94) 22(95) 24(100)
	c	16(24)			16(40)			17(51)		18(62)	17(69)			19(82) 22(89)		20(93)	18(91) 19(95) 20(96) 22(96)
	Acromion.					19(43)			19(59)			20(71) 22(75)	20(73)	24(89)	22(80)	26(100 28(100)	24(93) 26(100)

aux directions longitudinale et transversale suivant lesquelles sont touchés les deux points de la peau. Les nombres des tableaux expriment en lignes de Paris la distance des deux points touchés de la peau ; les chiffres entre parenthèses placés immédiatement

TABLEAU II. — **Région dorsale.**

		21–30 o/o		31–40 o/o		41–50 o/o		51–60 o/o		61–70 o/o		71–80 o/o		81–90 o/o		91–100 o/o	
		l.	t.	l.	t.	l.	t.	l.	t.	l.	t.	l.	t.	l.	t.	l.	t.
Doigts 2–5.	Phal. 3.			¾(34)						1(63)		1(76)	1(76)	2(87)			2(100)
	Phal. 2.									1(63)	1(64)			2(82)	3(86) 2(92)	3(91)	
	Phal. 1.			1(33)				2(57)	1(51) 2(59)	3(65)				4(85)		5(100)	3(91) 4(91) 5(100)
Pouce.	Phal. 2. poll.							1(60)			1(65)					2(100)	2(100) 3(100)
	Phal. 1. poll.											2(71)	2(71)	3(89)			
	Phal. 1. poll.							2(60)	2(55)					3(81)	3(88)	4(100)	
Main.	1					2(50)	3(47)	3(57)		4(61)		5(76)	4(73)	6(85)	5(87)		
	2	4(24)					3(43) 4(50)	5(55)				6(78) 7(76)	5(76)			8(100)	6(90) 7(94) 8(100)
	3			5(38)				6(57)			5(63) 6(69)	8(77)		7(84) 9(90)	7(87)		8(100)
Avant-bras.	a				8(40)			9(52)		10(65)			9(78)	11(86)	10(82)	12(95)	11(92) 12(100)
	b				9(40)	10(49) 11(44)					10(66)	12(74) 14(79)			11(84)		12(100)
	c					9(50)	9(41)	10(57)				13(78)	10(72)	15(87)	14(89) 13(84)	14(93) 16(91)	15(100)
	d				12(33)					12(66) 14(61)	14(64)	15(72)	15(80)	16(89)	16(88)	17(100)	17(100)
	e			13(32)					13(53)			15(76)		16(85)	15(81) 16(88)	18(100)	17(100)
Bras.	a			16(38)						17(61)		18(76)	15(77)		16(86)	20(91) 22(100)	17(100)
	b	16(29)							16(60)	17(68)		80(20)	17(79)	18(86) 22(89)	18(90)	24(100)	20(96) 22(100)
	c			17(37)	17(37)	18(50)				19(64)	18(62)	20(80)		22(88)	19(84)	24(100)	20(91) 22(100)
	Acromion.			19(32)				20(53)	19(56)	22(69)	20(63) 22(70)	24(76)		26(82) 28(85)	24(88)	30(91)	26(92) 28(94) 30(100)

à côté expriment en quantités pour 100 le nombre des déterminations exactes.

La désignation exacte des divers lieux de la peau indiqués d'une façon générale dans les tableaux I et II se trouve dans les tableaux spéciaux V-XII.

D'après les deux tableaux précédents et conformément à la nature des choses, on voit qu'il faut pour un seul et même lieu de la peau un accroissement de la distance des deux points de contact pour obtenir une augmentation du nombre relatif des déterminations exactes. Les exceptions, suite inévitable d'un trop petit nombre d'expériences, sont rares. De plus il ne faut comparer entre eux que les essais où les points de contact sont dans la même direction transversale ou longitudinale.

Il n'est pas sans intérêt de remarquer que pour obtenir un plus grand nombre de déterminations exactes, il faut relativement augmenter davantage la distance des points de contact pour les lieux de la peau qui sont plus sensibles que pour ceux qui le sont moins ; ainsi, par exemple, le côté dorsal de la troisième phalange pour une distance de $\frac{3}{4}$ ligne dans le sens longitudinal donne 34 p. 100 déterminations exactes; pour une distance de deux lignes, 100 p. 100 ; le lieu *c* du bras pour une distance de dix-sept lignes, 37 p. 100 ; pour une distance de vingt-quatre lignes, 100 p. 100. Ainsi, il est relativement plus facile de passer du peu distinct au très-distinct pour les lieux de la peau où le sens de lieu est peu développé que pour ceux où ce sens est très-délicat ; remarque de la plus grande importance pour l'appréciation des conditions d'expérience d'après la méthode de Weber.

Nous voyons dans les tableaux I et II que descendant peu à peu de l'acromion aux doigts, la distance des points de contact de la peau nécessaire pour produire une sensation double diminue de plus en plus, pour la même colonne verticale. Les exceptions isolées qui se produisent sont la conséquence d'un trop petit nombre d'essais faits sur ces lieux de la peau.

D'après ce que nous venons de dire, les valeurs calculées de la sensibilité d'un seul et même lieu de la peau pour différentes distances des points de contact ne peuvent concorder d'une façon mathématique, parce que nous avons ici affaire à des influences étrangères qui ne se peuvent éliminer.

Pour pouvoir mieux comparer entre eux les résultats directs des expériences considérés comme mesures de la délicatesse du sens de lieu et exprimés en nombres absolus, les tableaux III et IV

ont été construits de telle sorte que les valeurs trouvées pour l'acromion dans les tableaux I et II y sont posées = 100. Dans les colonnes verticales des tableaux I et II, où ne sont contenues aucunes des valeurs relatives à l'acromion, il fallait partir d'un autre lieu de la peau dont la sensibilité relative était déterminée suivant le procédé indiqué en partant de l'acromion.

Les valeurs relatives calculées de cette manière reposent sur une valeur fondamentale qui n'est également qu'approximativement exacte, mais l'avantage qu'apporterait l'élimination de ces causes d'erreur ne répondrait pas à la peine que causeraient les nombreux calculs nécessaires pour les éliminer. Ainsi je me contente de m'en tenir au procédé indiqué, qui, ainsi que nous le verrons bientôt, suffit pour obtenir des valeurs d'une approximation très-suffisante. En disposant dans les tableaux I-IV les données des expériences seulement en huit colonnes verticales (répondant à un intervalle de 10 à 10 p. 100 des nombres des déterminations exactes), j'ai attribué par exemple : une même valeur aux nombres 61 p. 100 à 70 p. 100 de déterminations exactes. Un plus grand nombre de colonnes permettrait, il est vrai, d'obtenir avec une plus grande exactitude les valeurs relatives; mais elles auraient d'un autre côté cet inconvénient que dans un plus grand nombre de colonnes verticales que celui contenu dans les deux tableaux suivants, le point de départ naturel des calculs, les valeurs relatives à l'acromion feraient défaut.

Les chiffres des tableaux suivants représentent les nombres pour 100 des déterminations exactes, les nombres isolés compris dans les colonnes représentent les grandeurs comparatives du sens de lieu des diverses régions de la peau, le sens de lieu de la peau à l'acromion étant posé = 100.

Les nombres entre parenthèses sont tirés de la colonne « valeurs moyennes » pour servir dans les colonnes verticales, qui ne contiennent pas de valeurs relatives à l'acromion, de base au calcul des autres valeurs relatives.

TABLEAU III. — **Région antérieure.**

		21—30 %		31—40 %		41—50 %		51—60 %		61—70 %		71—80 %		81—90 %		91—100 %		VALEURS MOYENNES.
		long.	transv.	l.	t.	l.	t.	l.	t.	l.	t.	l.	t.	l.	t.	l.	t.	
Doigts 2—5.	Phal. 3. Apex							2678					2666			2600	2500	2611
	Phal. 3						2292					2100			2200	1300	1250	1828
	Phal. 2							1006	1900							1300	1250	1364
	Phal. 1						1719					2100	1000			866	833	1305
	Phal. 1			1908	1528				950			1050		1200	733	866		1176
Pouce.	Apex pollicis		1501	2544									2000	2400				2111
	Phal. 2. poll									2160	1816		1000			2600		1894
	Phal. 1. poll		(1129)			1900						1050	1000			866	833	1129
Main.	a					859		1003			908			800	1100	578	455	815
	b							657	633					600	550	520	500	576
Avant-bras.	a				305			286	271	(270)				266	275	260	263	273
	b				(191)	200	(191)	181					191		183	216	178	191
	c	232				211		200	211	197	181	168		171	200		208	198
	d					290		174			(173)	161		171	176	168	173	173
	e			(159)						160	152		154	160	157	162	166	159
Bras.	a			127		119				128	121	117		120	133	118	133	124
	b					119		(118)	126		114	117		120	126	108	114	118
	c	(116)			96			118		120	107			117		130	127	116
	Acromion					100			100			100	100	100	100	100	100	100

TABLEAU IV. — **Région dorsale.**

		21—30 °/o		31—40 °/o		41—50 °/o		51—60 °/o		61—70 °/o		71—80 °/o		81—90 °/o		91—100°/o		VALEURS MOYENNES.
		long.	transv.	l.	t.	l.	t.	l.	t.	l.	t.	l.	t.	l.	t.	l.	t.	
Doigts 2-5	Phal. 3			2533						2200		2400	2400	1350			1400	2047
	Phal. 2									2200	2100			1350	960	1000		1522
	Phal. 1			1900				1000	1266	767				675		600	700	987
Pouce.	Phal. 2. poll.							2000			2100	1200	1200			1500	1400	1566
	Phal. 1. poll.													900				916
	Phal. 1. poll.							1000	950					900	800	750	933	880
Main.	1					(1098)	606	666		550		480	600	450	480			547,4 (616,2)
	2	518					519	400				369	480			375	400	437,3
	3			380				333			382	300		338	345		350	346,8
Avant-bras.	a				256			222		220	210		266	245	240	250	243	242,4
	b				227	218						184			218		233	216
	c					242	(202)	200				184	240	180	178	207	187	202
	d				152					169	150	160	150	169	150	176	165	160
	e			146					146			160		169	155	167	165	158,3
Bras.	a			119						129		133	150		150	141	165	141,0
	b	(129)							119	129		120	141	135	133	125	133	129,4
	c			112	(121)	(121)				116	117	120		123	126	125	133	121,5
Acromion				100				100	100	100	100	100		100	100	100	100	100

Les diverses parties des extrémités supérieures des deux expérimentateurs avaient les longueurs moyennes suivantes exprimées en lignes de Paris : bras, 135 (pour la distance de l'extrémité inférieure du bras au centre de rotation de l'humérus, soit environ 126 ligne ; — avant-bras, 115,5 ; — main, 41,2 ; — longueur moyenne des doigts, 2 à 5 : 37,2 lignes. Il fallut pour les doigts calculer une mesure moyenne, car le nombre des expériences eût à peine suffi à déterminer pour chaque doigt pris isolément des valeurs moyennes exactes de la finesse du sens de lieu. Les phalanges avaient les longueurs moyennes suivantes ; phalange, 1 : 17,7 ; — phalange, 2 : 10,8 ; — phalange, 3 : 8,7 lignes.

Si nous considérons le rapport du côté de l'extension de l'extrémité supérieure au sens de lieu, nous voyons que les « valeurs moyennes » montrent un accroissement ininterrompu de la finesse du sens de lieu de l'acromion au bout des doigts. Cet accroissement est rapide sur la peau de la main, mais surtout sur celle des doigts ; il est beaucoup plus lent à l'avant-bras, plus lent encore au bras. Aussi n'y a-t-il pas lieu de s'étonner que ce phénomène soit resté inconnu aux anciens expérimentateurs qui se servaient de la méthode de la différence immédiatement distincte. E. H. Weber dit (Wagner's *Handwört. der Physiol.*, Bd. III, Abth. II, S. 538) avec raison : « La peau du bras est en général un peu moins sensible que celle de la main ». Par contre, nous ne pouvons approuver cette autre affirmation de l'illustre savant, « que la sensibilité ne va pas en diminuant d'une façon uniforme de la main à l'épaule, mais est un peu plus grande aux articulations de la main et du coude qu'aux régions intermédiaires. »

A cause des énormes différences dans l'accroissement du sens de lieu de haut en bas, que montrent les diverses régions de l'extrémité supérieure, il faut, ainsi que je l'ai déjà avancé dans le précédent travail purement théorique que j'ai publié sur ce sujet, ne comparer tout d'abord dans le sens de mon hypothèse que les divers lieux de la peau d'une seule et même de ces régions. Dans ce but, il est très-avantageux de tracer graphiquement les résultats des expériences en portant les distances des lieux d'essai de la peau à l'axe de rotation du membre sur la ligne des

abscisses et les valeurs comparatives correspondantes du sens de lieu (les valeurs moyennes du tableau IV), sur la ligne des ordonnées.

Appliquant ce procédé aux valeurs trouvées pour le côté dorsal du bras (en retranchant, pour plus de commodité, de ces valeurs la valeur relative à l'acromion), les extrémités des ordonnées répondant aux trois points *c*, *b* et *a* de la peau sont une ligne presque droite allant de *c* vers *a* avec une légère flexion. Prolongeant en *a* cette droite d'avant en arrière, nous trouvons pour les lieux de la peau, à la hauteur de l'axe de l'articulation (répondant au zéro des abscisses), une valeur de l'ordonnée = 12. La mesure comparative de sensibilité de ce lieu est donc 112, la valeur relative à l'acromion étant posée = 100.

Il y a donc pour la finesse du sens de lieu un fort écart au delà de l'articulation de l'épaule; nous verrons le même phénomène se manifester pour d'autres articulations.

D'après ce qui précède, nous trouvons pour le bras les rapports suivants :

TABLEAU V. — **Côté dorsal du bras.**

LIEU DE LA PEAU.	DISTANCE des lieux de la peau à l'axe de l'articulation.		MESURES comparatives de la sensibilité. (d'après le tableau IV.)	ACCROISSEMENTS de la sensibilité.	
	En quantités pour 100 de la longueur du bras.	A		Absolu.	B
Axe de l'articulation.	0	0	(112)	0	0
c.........	26	= 10	121,5	9,5	= 10
b.........	60	= 23	129,4	17,4	= 18
a.........	94	= 36	41,0	29,0	= 30

D'après cela, les accroissements de la sensibilité sont à peu près proportionnels aux accroissements de la distance des lieux de la peau à l'axe de rotation de l'articulation, c'est-à-dire aux grandeurs d'excursion de ces lieux de la peau quand le bras se meut autour de l'articulation de l'épaule.

Les colonnes A et B montrent le mieux cette concordance. Le

lieu le plus inférieur du bras, qui est éloigné du lieu *a* d'une quantité égale à 6 p. 100 de la longueur totale du membre, possède une valeur relative de sensibilité = 144.

Continuant de la même manière pour cinq lieux de la peau de l'avant-bras soumis à l'expérience, les extrémités de quatre ordonnées se trouvent aussi à peu près en ligne droite; le lieu *d* fait seul une forte exception qui est certainement accidentelle. Cette droite descend bien plus rapidement que ne faisait la ligne de jonction des extrémités des ordonnées du bras. Prolongeant en arrière cette droite, on trouve pour la peau, près de l'articulation du coude, une valeur de l'ordonnée = 148. Il semble donc qu'ici aussi la sensibilité de la peau au delà de l'articulation éprouve un écart, mais cet accroissement est si faible que je suis fort éloigné d'en vouloir tirer une preuve de cette proposition. Le tableau suivant montre l'ensemble de ces rapports :

TABLEAU VI. — **Côté dorsal de l'avant-bras.**

LIEU DE LA PEAU.	Distance des lieux de la peau à l'articulation du coude en quantités p. 100 de la longueur de l'avant-bras.	MESURES comparatives de la sensibilité (d'après le tableau IV).	ACCROISSEMENTS de la sensibilité.
Axe de l'articulation...	0	(148)	0
e	10	158,3	10,3
d	28,5	160	12,0
c	50	202	54
b	71,5	216	68
a	93	242,4	94,4

La concordance entre les valeurs observées et calculées pour les lieux de la peau *e* et *c* est si grande, que l'écart entre ces valeurs pour le lieu intermédiaire *d* doit être considéré comme accidentel. Le lieu *a* est à une distance de l'articulation de la main égale à 7 p. 100 de la longueur totale du membre; la valeur relative de la sensibilité de l'avant-bras est donc, au lieu de l'articulation de la main, 250.

La ligne qui unit les trois extrémités des ordonnées du dos de la main et que l'on prolonge en arrière jusqu'au point de l'axe

des abscisses répondant à l'articulation de la main est une droite qui monte assez rapidement du zéro de l'axe des abscisses, vers le point répondant aux têtes des os du métacarpe. Il semble d'après cela que cet accroissement subit de la sensibilité dont nous avons parlé plus haut n'a pas lieu à l'articulation de la main.

TABLEAU VII. — **Côté dorsal de la main.**

LIEU DE LA PEAU.	DISTANCE des lieux de la peau à l'articulation de la main.		MESURE de la sensibilité (d'après le tableau IV).	ACCROISSEMENTS de la sensibilité.	
	En quantités p. % de la longr de la partie carpo-métacarpienne de la main.	A		Absolu.	B
Axe de l'articulation.	0	= 0	(250)	0	0
1........	33	=10	346,8	96,8	=10
2........	66	=20	437,3	187,3	=19
3........	100	=30	547,4	297,4	=31
			(616)		(38)

Aussi pour le dos de la main les accroissements de sensibilité de haut en bas sont directement proportionnels aux distances des lieux de la peau à l'articulation de la main. Le lieu 3 du dos de la main a, d'après le tableau IV, une valeur relative de sensibilité = 616 ; si l'on ne tient pas compte du nombre, sans doute anormal, 1098 (tableau IV, colonne dont l'en-tête est : 40-50 p. 100), on obtient pour mesure relative de la sensibilité de ce lieu 547, et l'accroissement de sensibilité exprimé par 297 répond exactement à notre loi.

La ligne qui joint les extrémités des ordonnées des phalanges du deuxième au cinquième doigt est aussi une droite qui de plus monte très-rapidement. Si nous la prolongeons en arrière jusqu'au point répondant à la première articulation digitale, nous obtenons pour la région de la peau de la première phalange une valeur de sensibilité = 630. Il y a donc un accroissement subit de la finesse du sens de lieu à la première articulation des doigts. Le tableau suivant montre les diverses particularités.

Tableau VIII. — **Côté dorsal du deuxième au cinquième doigt.**

LIEU DE LA PEAU.	DISTANCE des lieux de la peau à la 1re articulation digitale.		VALEURS de la sensibilité. (d'après le tableau IV).	ACCROISSEMENTS de la sensibilité.	
	En lignes de Paris.	A		Absolu.	B
Base de la 1re phalange	0	0	(630)	0	0
Milieu de la 1re phalange	8,8	= 100	987	357	= 100
Milieu de la 2e —	23,1	= 262	1522	892	= 250
Milieu de la 3e —	32,9	= 374	2047	1417	= 396

Les valeurs A et B sont à peu près égales, autant du moins qu'on peut attendre une concordance pour des mesures aussi délicates. L'extrémité du côté dorsal de la troisième phalange a d'après cela, pour mesure comparative de sa sensibilité, le nombre 2200.

Quant au côté dorsal du pouce, on y fit si peu d'essais (seulement 182 se répartissant sur trois localités), qu'on n'y peut espérer une confirmation nette de notre loi ; et nous aurons assez atteint si nous pouvons montrer la probabilité que nous n'avons pas là affaire à une exception.

	DISTANCE du lieu de la peau soumis à l'expérience à la 1re articulation du pouce.		MESURE de la sensibilité.
	En lignes de Paris.	Relative.	
1re phalange	3,3	= 1	880
1re phalange	9,9	= 3	916
2e phalange	18,3	= 5,6	1566

Prenons la moyenne des deux valeurs de la première phalange, répondant à son milieu, et posons, comme nous l'avons fait pour les doigts, comme valeur de sensibilité de la première phalange immédiatement à la première articulation du pouce, le nombre 630; nous obtenons alors les valeurs suivantes :

DISTANCE à la 1re articulation du pouce.	VALEURS de la sensibilité.	ACCROISSEMENT de la sensibilité.
2 5,6	898 1566	278 = 2 936 = 6,7

Les expériences de MM. Kottenkamp et Ulrich, communiquées dans les tableaux V-VIII, confirment complétement et plus exactement que je ne l'avais prévu tout d'abord la loi que je n'avais posée auparavant que d'une façon hypothétique et à laquelle je puis maintenant donner une forme plus exacte qu'il ne m'était alors permis de le faire.

Les quatre divisions principales de l'extrémité supérieure, bras, avant-bras, main et doigts montrent en descendant de l'épaule au bout des doigts un accroissement ininterrompu de la finesse du sens de lieu de la peau. *Les valeurs comparatives de la finesse du sens de lieu dans l'étendue d'une division principale sont toujours les sommes de deux grandeurs : l'une constante* (c) *et l'autre variable* (v). *La valeur commune* (c) *de tous les lieux se produit nettement dans la mesure de sensibilité de la peau du lieu de l'axe de l'articulation ; les valeurs variables* (v), *au contraire, sont simplement proportionnelles aux distances des lieux de la peau à l'articulation, par conséquent aux grandeurs de mouvement des lieux de la peau dans la rotation du membre autour de l'articulation qui lui est propre.* Les quatre articulations auxquelles sont rapportées les valeurs des variables sont celles de l'épaule, du coude, de la main et la première articulation des doigts, de plus il est très-présumable qu'en dépassant ces articulations, il se produit un accroissement subit, quoique en général modéré et dans certaines conditions difficile à démontrer, de la finesse du sens de lieu.

Si nous donnons à nos valeurs comparatives exprimant la délicatesse du sens de lieu en calculant, comme le fit déjà Valentin, aussi les valeurs correspondantes de la sensibilité obtuse de telle

sorte que son minimum réponde à la troisième phalange et son maximum à l'acromion, et si nous établissons les accroissements successifs de la sensibilité obtuse du sens du toucher en allant vers l'acromion, nous arrivons à cette nouvelle expression de la loi : *Les produits des accroissements du degré de sensibilité obtuse par les distances des lieux de la peau à l'articulation, située immédiatement au-dessus sont égaux entre eux.*

Comme le côté dorsal de l'extrémité supérieure n'est employé qu'exceptionnellement pour le toucher volontaire, il donne plus nettement et avec moins d'erreurs que le côté de la flexion les rapports entre les grandeurs de mouvement des parties (par conséquent aussi entre les représentations de ces mouvements) et le développement du sens de lieu des parties principales correspondantes. Cependant, ainsi que nous l'avons trouvé, le côté de la flexion est soumis à la même loi que le côté dorsal.

Les valeurs comparatives de la finesse du sens de lieu pour la région antérieure ou de flexion du bras prennent (voir les valeurs moyennes du tableau III) un accroissement ininterrompu en allant vers l'articulation du coude. Si nous les traçons graphiquement et prolongeons en arrière les lignes de jonction qui unissent l'une à l'autre les deux extrémités des ordonnées, nous obtenons trois droites unissant le point *c* du bras au point *b*, *b* à *a* et *a* à *c*. Pour les lieux de la peau de la région antérieure qui sont à la hauteur de l'axe de l'articulation, nous obtenons les valeurs de sensibilité 115,112,5 et 107,5. La moyenne de ces nombres, il est vrai assez différents, donne la valeur 112 qui est d'ailleurs identique avec la valeur du lieu analogue du côté dorsal, valeur reposant sur des nombres bien mieux concordants. Nous devons partir de cette valeur pour calculer les accroissements de sensibilité des trois lieux du bras soumis à l'expérience.

TABLEAU IX. — **Région dorsale du bras.**

LIEU DE LA PEAU.	DISTANCE du lieu de la peau à l'axe de l'articulation de l'épaule.		MESURE de la sensibilité.	DIFFÉRENCES de la sensibilité.	
	En quantités pour 100 de la longueur du bras.	A		Absolue.	B
Axe	0	0	(112)	—	—
c	26	= 10	116	4	= 10
b	60	= 23	118	6	= 15
a	94	= 36	124	12	= 30

Le calcul donne, pour valeur de sensibilité du lieu le plus inférieur du bras, 125. Les lieux de la peau de l'avant-bras montrent de même un accroissement de la finesse du sens de lieu dans la direction de haut en bas, à l'exception du lieu *b*. Le prolongement en arrière des lignes joignant les extrémités des ordonnées donne, comme valeur moyenne de la finesse du sens de lieu pour les parties supérieures de l'avant-bras, 143.

TABLEAU X. — **Région antérieure de l'avant-bras.**

LIEU DE LA PEAU	Distance du lieu de la peau à l'articulation du coude en quantités p. 100 de la longueur de l'avant-bras.	VALEURS de la sensibilité.	DIFFÉRENCES de sensibilité.	
	A		Absolue.	B
Articulation	0	(143)	—	—
e	10	159	16	= 10
d	28,5	173	30	= 19
c	50	198	55	= 35
b	71,5	191	48	= 30
a	93	273	130	= 81

Dans les deux tableaux précédents, les valeurs des colonnes A et B se correspondent bien moins qu'elles ne le faisaient pour le côté dorsal, cependant ici aussi notre loi conserve toute sa valeur.

La mesure relative de sensibilité du lieu le plus inférieur de l'avant-bras est 285. En prenant pour base les observations faites sur la paume de la main, la valeur trouvée pour la sensibilité au commencement de la paume de la main (immédiatement sur l'articulation) est 340. La finesse du sens de lieu éprouve donc aussi sur la face antérieure, au passage des trois articulations que nous avons considérées jusqu'ici, cet accroissement brusque et modéré dont nous avons déjà plusieurs fois parlé. Nous trouvons pour la main les rapports suivants.

TABLEAU XI. — **Paume de la main.**

LIEU DE LA PEAU.	DISTANCE du lieu de la peau à l'articulation de la main.		MESURE de la sensibilité.	ACCROISSEMENTS de la sensibilité.	
	En quantités pour 100 de la longueur de la main.	A		Absolu.	B
Articulation de la main.	0		340		
a...........	33	= 10	576	236	= 10
b...........	75	= 23	815	475	= 20
Têtes des os du métacarpe...........	(100)	= 30	(1004)		

La valeur de sensibilité calculée à la tête des os du métacarpe est 1004. La région antérieure des doigts montre dans le tableau III, pour la première un accroissement lent, mais pour la troisième phalange un accroissement très-rapide de la finesse du sens de lieu. Cette exception à la règle n'est très-vraisemblablement pas réelle; la valeur observée 1364 de la sensibilité du milieu de la face autérieure de la seconde phalange est en effet plus petite que 1522, valeur de la sensibilité du côté dorsal de la seconde phalange, ce qui est contraire au fait certain que la sensibilité du côté de la flexion des membres est supérieure à celle du côté dorsal. Par cette raison nous pouvons admettre en toute assurance que la valeur de la sensibilité de la région antérieure de la seconde phalange est au moins égale à 1522; dans ces conditions, la face antérieure des doigts ne fait plus d'exception im-

portante à la règle, et la faible anomalie qu'elle présente encore s'explique très-bien par l'usage habituel de la face antérieure de la troisième phalange comme organe du toucher.

Le milieu de la première phalange a alors pour valeur de sensibilité 1240 (moyenne des valeurs observées 1176 et 1305), le milieu de la seconde phalange au moins 1522, et le milieu de la troisième 2060. Les accroissements de la sensibilité (obtenus en retranchant 1004) sont 236, 518 et 1056, les distances à la première phalange 8,8-23,1 et 32,9 lignes. Les accroissements de la sensibilité sont dans les rapports 10 : 23 : 47, les distances à la première phalange dans les rapports 10 : 26 : 38.

Aussi, pour la face antérieure du pouce, autant du moins que le petit nombre d'essais opérés en cette région peut permettre de tirer une conclusion, la délicatesse du sens de lieu semble croître rapidement vers l'extrémité de ce doigt. La valeur de la sensibilité au commencement de la première phalange est environ 870 (pour la partie de la paume de la main située à la même hauteur nous avons trouvé 815).

Tableau XII. — **Face antérieure du pouce.**

	Éloignement de la 1re articulation du pouce en quantités p. 100 de la longueur du pouce.	Mesure de la sensibilité.	Accroissements de la sensibilité.
1re articulation	0	(870)	—
1re phalange	28 = 10	1129	259 = 10
2e phalange	67 = 24	1894	1024 = 39
	108 = 36	2100	1300 = 50

Enfin, prenant les moyennes des valeurs des ordonnées tracées graphiquement d'après les nombres donnés par l'expérience pour les lieux équivalents de la peau, nous obtiendrons les moyennes des mesures de sensibilité pour les régions antérieures ou de flexion et postérieure ou dorsale de l'extrémité supérieure.

Afin de présenter un aperçu plus commode de ces valeurs, nous en avons fait le tracé graphique sur la planche V ci-après. Sur l'axe

TABLEAU XIII. — **Mesures moyennes du sens de lieu tirées des valeurs obtenues pour les faces antérieures et dorsales.**

	LIEU DE LA PEAU.	DISTANCE du lieu de la peau à l'articulation correspondante en quantités pour 100 de la longr du membre.	MESURES comparatives du sens de lieu.	ACCROISSEMENT du sens de lieu au passage de l'articulation.
	Acromion	—	100	
Bras.	Articulation	0	112	12
	c	26	118,7	
	b	60	124	
	a	94	134	
	—	100	135	11
Avant-bras.	Articulation	0	146	
	e	10	159	
	d	28,5	167	
	c	50	202	
	b	71,5	204	
	a	93	257	
	—	100	267	
Main.	Articulation	0	295	28
		33	448	
		66	598	
	Tête des os du métacarpe	100	773	
2e—5e doigt.	1re phalange à la 1re articulation du doigt	0	885	82
	Milieu de la 1re phalange	24 (1)	1108	
	Milieu de la 2e —	62	1443	
	Milieu de la 3e —	88	2040	
	Extrémité de la 3e phalange	100	2420	

(1) Pour le doigt, les distances sont rapportées à la première articulation du doigt et exprimées en quantités pour 100 de sa longueur totale.

des abscisses ont été portées en lignes de Paris les longueurs représentatives des quatre divisions principales de l'extrémité supérieure; le zéro répond aux quatre articulations principales. Les ordonnées d'un point quelconque de la ligne droite qui joint les extrémités des ordonnées répondant aux lieux de la peau soumis à l'expérience, abaissées sur l'axe des abscisses, représentent pour chaque lieu correspondant de la peau de l'extrémité supérieure le développement du sens de lieu en ce point ; à l'ex-

trémité inférieure des ordonnées pour le nombre 100 répond la région de la peau située sur l'acromion.

On voit de plus dans leur ensemble les accroissements de la sensibilité si différents pour chacune des quatre divisions principales, en outre le rapport des grandeurs *c* (constantes) et *v* (variables), et l'on peut se convaincre par l'inclinaison des lignes droites joignant les points extrêmes des ordonnées, que ces valeurs moyennes, tirées directement de l'observation, sont soumises, avec une exactitude relative qui laisse à peine quelque chose à désirer, à la loi que j'ai posée. Et même on voit, dans cette ordonnance des valeurs relatives aux régions dorsales et antérieures, disparaître quelques anomalies que nous avions rencontrées pour la face antérieure des doigts.

Je chercherai à établir dans un travail postérieur les rapports plus intimes qui existent nécessairement entre le développement du sens de lieu et les grandeurs de mouvement des divers lieux de la peau d'un membre.

CONTRIBUTION

A L'ANATOMIE DES ALCYONAIRES

Par G. POUCHET et A. MYÈVRE (1).

Les observations suivantes ont été faites en partie sur des animaux conservés dans l'alcool, en partie sur des individus vivants de l'*Alcyonium digitatum* observés au mois de septembre dans un port de la Manche. On pêche cette espèce sur les côtes d'Angleterre dans les eaux profondes du détroit ; elle couvre la valve plate des Pectens ; et arrive encore vivante sur le marché. On ne trouve jamais d'individu adhérent à la valve bombée de la coquille.

L'*Alcyonium digitatum* offre les formes les plus diverses. Tantôt il s'étend à la surface de la coquille, comme une croûte parfois à peine aussi épaisse qu'une pièce de cinquante centimes, tantôt il s'élève plus ou moins en lobes irréguliers. On remarque deux variétés de couleur très-différente et très-tranchées. Nous n'avons point vu de nuance intermédiaire, et les deux se rencontrent sur le même Pecten. L'une est rose tendre, couleur chair. L'autre est d'un rouge vermillon bien accentué. Les deux variétés étaient remplies à cette époque de l'année (septembre) de corps reproducteurs dont la couleur, rouge vermillon chez les deux, était l'exacte reproduction de la couleur de la seconde variété. Elle n'est pas due toutefois à la même cause. Chez l'adulte cette coloration réside exclusivement dans les spicules.

Nous désignons l'animal entier sous le nom de *zoanthodème*, proposé par M. Lacaze-Duthiers (2). Lorqu'on l'examine au moment

(1) Nous avons adressé à l'Académie des sciences, le 22 novembre 1869, une note sur quelques-uns des points de l'anatomie des Alcyonaires exposés dans ce travail : on la trouvera reproduite ci-dessus, p. 221. — Cf. *Comptes rendus*, 22 novembre, 1869, t. LXIX, p. 1097-1099.

(2) *Hist. nat. du Corail*, p. 23, 1864.

où le débarquent les pêcheurs, sa surface est dure, âpre au toucher. Elle présente sur toute son étendue une quantité de dépressions légères, *de différents diamètres*, pressées les unes contre les autres avec huit sillons rayonnants du centre à la périphérie, ce qui donne à chacune de ces empreintes un aspect stelliforme. Si l'on vient alors à plonger l'animal dans de l'eau de mer bien oxygénée, on voit au bout de quelques heures les espaces interposés, ou huit sillons se gonfler peu à peu, la dépression fait place à une saillie légère au centre de laquelle on voit surgir par une sorte d'évagination le corps du polype.

Ce polype, au moins chez l'*A. digitatum*, est lisse à sa surface; il peut affecter des formes diverses, tantôt plus renflé en un point et tantôt dans un autre, le plus souvent assez régulièrement cylindrique dans toute son étendue, long de 5 à 6 millimètres environ et large de 2 à 3 millimètres. Le corps du polype, continu par sa base avec le zoanthodème, se termine supérieurement par un disque circulaire, le *péristome*, offrant au centre une ouverture, la *bouche*, bordée d'un repli saillant, la *lèvre*. La bouche a la forme d'une fente; les extrémités répondent à deux tentacules opposés; M. Lacaze-Duthiers a insisté sur l'importance de ce fait dans sa monographie du Corail. Le péristome est environné de huit *tentacules*, présentant le long de leurs bords latéraux une rangée d'appendices cylindroïdes, les *pinnules*. L'axe du polype est occupé dans la moitié ou les trois quarts de sa hauteur par l'*estomac*. On a beaucoup discuté sur la signification relative de cet estomac et de la cavité du corps du polype dans laquelle il s'ouvre par en bas. Nous noterons ici que nous avons trouvé en abondance, dans la cavité du corps des polypes d'un même zoanthodème, des œufs d'un crustacé du groupe des Copépodes et même la carapace chitineuse entière d'un de ces animaux. Des faits de ce genre ont été déjà signalés (1). Ils sembleraient prouver que les substances solides, *même non digestibles*, peuvent passer de l'estomac dans la cavité du corps qui lui fait suite. Les parois de l'estomac sont souvent comprimées latéralement dans la

(1) Lacaze-Duthiers, *Hist. nat. du Corail*, p. 63.

direction de la fente buccale. Elles sont reliées à la paroi du corps de l'animal par huit lames rayonnantes, ou cloisons verticales également espacées. Ces cloisons alternent avec les tentacules, les cavités qu'elles limitent se continuent donc supérieurement dans ceux-là. Inférieurement elles s'ouvrent toutes dans la cavité générale du polype, qui plonge jusque dans la profondeur du zoanthodème. Sur les parois de cette cavité les huit cloisons se prolongent sous forme de *lames mésentéroïdes*, offrant sur leur bord libre des replis plus ou moins accentués, et des corps reproducteurs retenus par un pédicule. Avec la plupart des zoologistes nous appelons *lames mésentéroïdes* les cloisons qui relient l'estomac à la paroi du corps, et plus bas flottent librement ; *espaces périgastriques*, les cavités que limitent ces lames ; et *bourrelet intestiniforme* les replis qu'elles présentent sur leur bord libre au-dessous de l'estomac.

Ce que nous nous sommes surtout proposé dans ce travail est l'étude histologique des parties qui composent l'ensemble de l'animal, abstraction faite des organes qui contribuent directement à la reproduction. Les substances, tissus et éléments divers que nous aurons à passer en revue et à décrire peuvent être énumérés dans l'ordre suivant :

1° Une substance fondamentale creusée de cavités et de canaux de différents ordres ;

2° Une substance granuleuse spéciale, individualisée dans certains points en cellules ;

3° Deux variétés au moins d'épithélium, l'un peut-être analogue aux cellules que nous venons de signaler et vibratile, l'autre tapissant l'estomac ;

4° Des muscles ;

5° Des nématocystes (1) ;

6° Des spicules ;

7° Des éléments anatomiques (?) ou organes que nous désignerons provisoirement sous le nom de *crochets*.

(1) *Syn.* : capsules ou cellules filigères, urticantes, organes urticants, etc. *Nématocystes*, Jules Haime.

I. — Substance fondamentale.

Nous appelons de ce nom, qui ne préjuge rien, la substance particulière au milieu de laquelle sont placés ou sur laquelle s'appuient tous les éléments anatomiques de l'animal. Elle constitue essentiellement le *cœnenchyme* de M. Edwards, *sarcosome* de M. Lacaze-Duthiers, *cœnosarc* des auteurs anglais, *cœnosome* de M. Hœckel. M. Kœlliker en fait une variété de substance conjonctive et la décrit très-exactement (1). Il l'a observée en Ecosse sur l'*Alcyonium digitatum.* C'est une masse homogène, partout continue, résistante, hyaline, offrant par places un aspect fibroïde très-prononcé, élastique. Quand on pratique une section à travers le cœnenchyme, les deux surfaces de section se creusent aussitôt ; les fragments ne peuvent plus s'appliquer l'un contre l'autre excepté par les bords, où l'enveloppe plus résistante, plus ferme, ne se prête à aucun changement de forme. Une partie de l'eau contenue dans les conduits de la substance s'écoule en raison même de ce retrait, car les conduits ne se vident pas entièrement. Il serait facile d'instituer des expériences pour vérifier si la substance du cœnenchyme est contractile. Le phénomène dont nous venons de parler pourrait à la rigueur s'expliquer par une élasticité propre, qui, toutefois, disparaîtrait dans l'alcool. Mais on peut l'expliquer également, ainsi que l'a fait M. Gegenbaur (2), par le grand nombre d'éléments musculaires que nous verrons s'étendre jusque dans la profondeur du cœnenchyme.

L'état fibroïde de la substance fondamentale, quand il existe, donne aux coupes minces qu'on en fait, vues par transparence, un aspect réticulé. On voit des sortes d'aires circulaires (espaces sphériques en réalité) limitées par un réseau fibroïde et au milieu de chacune desquelles on découvre ordinairement un petit amas

(1) *Icones histiologicæ*, II Abth., 1866, p. 111.

(2) Das weiche Cœnenchym scheint contractil, indem die dasselbe durchziehenden Canalnetze des Gastro vascularsystems von Muskelfasern begleitet werden. Gegenbaur, *Grundzüge d. vergl. Anat.*, 2e ed., 1870.

granuleux, ou quelquefois un spicule occupant le centre de la masse parfaitement hyaline enveloppée par la couche d'aspect fibroïde. M. Kölliker (1), remarquant que cette apparence manque parfois complétement, et que là où elle existe, elle n'est due qu'à une striation de la substance fondamentale, dit toutefois avoir pu isoler des fibres chez l'*A. palmatum* et l'*A. confertum* Dana, où il aurait même observé, quoique rarement, une bifurcation (gabelige Theilungen) de ces fibres. Nous penchons à croire que ces fibres ainsi isolées n'étaient que des accidents de préparation, et que l'aspect fibroïde n'est dû en réalité qu'à des qualités de condensation plus ou moins grandes de la substance fondamentale. Il ne faut pas perdre de vue que les fibres qui se dessinent sur une tranche mince, ne sont que la coupe de nappes sphériques enveloppant les masses hyalines au centre desquelles apparaissent les spicules.

Nous devons noter tout d'abord que cette substance n'est recouverte à l'extérieur par aucun tissu protecteur, elle est en contact immédiat avec l'eau. Nous ne parlons que de l'animal arrivé à un certain degré de développement. Alors l'épithélium qui l'a dû recouvrir dans le premier âge, a disparu sans laisser de traces, elle est nue et elle échappe à la définition qu'essaye de donner M. Kölliker des substances conjonctives chez les animaux inférieurs au moment même où il décrit cette substance fondamentale des Alcyonaires : « A la substance conjonctive, dit-il, appartiennent tous les tissus qui existent entre l'épithélium externe et l'épithélium interne, et qui ne sont ni musculaires ni nerveux (2). » On remarque du reste chez les vertébrés eux-mêmes des cas analogues, où les tissus classés par Blainville comme constituants peuvent se trouver en contact direct avec les

(1) *Icones histiologicæ*, p. 112.

(2) Handelte es sich nur um die einfacheren Thiere, so liesse sich der Satz aufstellen : « Zur Bindesubstanz gehören alle gewebe welche zwischen der äusseren und » inneren Epithelialschicht des Leibes sich finden und nicht zum Muskel- und Ner- » vengewebe gehören (*Icon. histiol.*, p. 93.) — Nous n'avons pas besoin de rappeler combien cette définition est encore ébranlée de nouveau chaque jour par les découvertes faites sur les terminaisons des nerfs, qu'on croit de plus en plus voir arriver jusqu'au contact du milieu ambiant à travers la couche épithéliale limitante.

agents extérieurs sans interposition d'aucun épithélium. Les plaques osseuses du derme des Esturgeons perdent très-rapidement avec l'âge la couche d'épiderme qui les recouvrait, et le tissu osseux de ces plaques reste désormais en contact prolongé avec l'eau (1).

La substance fondamentale à la surface de l'Alcyon est remplie de spicules de petite dimension, pressés les uns contre les autres, trapus, irréguliers, très-tassés, limitant en quelque sorte le corps de l'animal par une couche de sable agglutiné C'est lui qui rend la masse du cœnenchyme rugueuse au doigt et qui lui donne sa solidité, beaucoup moindre dans la profondeur. Entre ces spicules la substance fondamentale est en contact avec l'eau. Quand on les a fait disparaître par un acide, il reste un bord irrégulièrement déchiqueté (2).

Cette enveloppe solide et calcaire qui entoure de toutes parts la surface non adhérente du zoanthodème semble, au moins chez l'*A. digitatum*, le protéger jusqu'à un certain point contre l'évaporation. L'animal reste gorgé de liquide après qu'il a été retiré de la mer, et doit sans doute à cette propriété de continuer de vivre aussi longtemps hors de l'eau. Cette région superficielle est douée cependant d'une remarquable intensité de vie. De nouveaux polypes s'y développent sans cesse entre ceux qui existent déjà, comme il est facile de le voir sur des coupes normales à la surface de l'animal.

Les petits spicules de la surface de l'*A. digitatum* s'avancent en huit prolongements ou bourrelets jusque sur le corps de chaque polype à une certaine distance. Ces bourrelets, qui correspondent aux huit tentacules, sont séparés par les huit sillons rayonnants que nous avons décrits sur l'empreinte que laisse à la surface du

(1) Le cément des défenses d'éléphant est un autre cas de tissu osseux en contact avec l'air extérieur.

(2) Pl. IV, fig. 2. — M. Kölliker a figuré (*Icon. histiol.*, pl. 12, fig. 2) sur la partie inférieure de la tige de l'*A. palmatum* une couche corticale de pigment brun (Rindenlage mit braunem Pigment). Sur les individus à notre disposition, nous n'avons point retrouvé ce pigment. Le pied de l'animal est bordé comme le reste du cœnenchyme de la même couche de spicules. Ils sont blancs, et peu à peu, à mesure qu'on s'élève vers les digitations, se mêlent de spicules rouges qui dominent de plus en plus.

zoanthodème chaque polype rétracté. En sorte que chaque polype, dans la partie qui reste exposée à l'extérieur pendant l'état de rétraction, est protégé par ce sable de petits spicules qui forme alors à la surface entière du cœnenchyme une couche en quelque sorte continue. Quand le polype se déploie, ces huit traînées de spicules forment à sa base un élégant feston de huit dentelures opaques montant à une faible hauteur sur la paroi transparente du polype (*A. digitatum*).

Les spicules de la profondeur sont beaucoup plus grands et beaucoup plus espacés (pl. III, fig. 1). Ils sont toujours absolument isolés des différents systèmes de cavités dont est creusée la substance fondamentale; celle-ci offre partout, jusque dans la région par laquelle l'animal est fixé, une constitution identique. Quand on détache avec précaution un alcyon du Pecten où il végète, on voit qu'il s'est exactement modelé sur les aspérités et les dépressions de la coquille. La substance fondamentale a exactement les mêmes caractères que dans le reste du zoanthodème, elle est lisse, à demi transparente, et permet d'apercevoir la terminaison des larges canaux qui parcourent toute la longueur du cœnenchyme. Ils se terminent en culs-de-sac, tantôt séparés de la surface où s'attache l'animal, par une certaine épaisseur de substance fondamentale, ailleurs par une pellicule extrêmement mince (pl. III, fig. 2).

Spicules.

Les spicules, partout où ils existent, sont directement plongés au sein de la substance fondamentale, dans les aires hyalines qu'entourent, sur les coupes, les mailles du réseau d'apparence fibroïde. Ils ont été souvent décrits et figurés. Leur figure, dans l'épaisseur du cœnenchyme de l'*A. digitatum* et dans le corps des polypes, où l'on en trouve également, peut être rapportée à deux types; les uns sont fusiformes (1) et les autres étoilés à quatre branches ou plus. L'une et l'autre forme sont également communes chez différents genres voisins, *Plexaurella*, *Muricea*, *Gorgonia*, *Verrucella*, *Briareum* (2). Les spicules à quatre

(1) Cf. Kölliker, *Icon. hist.*, pl. 12, fig. 3.
(2) Cf. Kölliker, *Icon. hist.*, pl. 18, fig. 6, 12, 37; pl. 19, fig. 5, 33.

branches, au début, se présentent sous la forme de corps régulièrement étoilés, larges de dix millièmes de millimètre environ, formés par la réunion de quatre petits cônes obtus, juxtaposés par leur base. Le point de réunion laisse deviner des plans de séparation qui se manifestent à la lumière transmise par deux lignes obscures se croisant à angle droit.

Au milieu des mêmes aires de substance hyaline où se développent les spicules, on peut rencontrer des amas de granulations. Nous n'avons point vu que les spicules fussent précédés en aucun cas d'un élément anatomique spécial qu'ils remplaceraient ou qui servirait de point de départ à leur développement.

Les spicules sont tous calcaires et contiennent une grande proportion de matière organique. M. Kölliker, dans la description générale qu'il donne des spicules des polypes, admet que la substance organique forme seulement une couche à leur surface, épaisse au plus de 1 à 2 millièmes de millimètre. D'après lui, les sels calcaires incrusteraient cette membrane, mais toute la partie centrale du spicule serait uniquement constituée par eux. En sorte qu'après l'action suffisamment prolongée d'un acide, toute cette partie centrale étant dissoute, la cuticule étant d'autre part débarrassée des sels qui y sont déposés, il resterait une mince membrane de substance organique, exprimant les contours du spicule, mais creuse à l'intérieur (1). Nos observations faites sur les spicules des deux espèces d'Alcyons, sont absolument opposées à cette manière de voir, et confirment au contraire ce qu'avait annoncé Queket en 1854 : que dans les spicules, chaque molécule de matière calcaire est dans un état d'intime union avec la base organique (2).

Après l'action de l'acide chlorhydrique, nous avons toujours trouvé une masse de substance organique transparente, à peine granuleuse, résistante, gardant d'une façon très-reconnaissable la forme du spicule (pl. III, fig. 3). Ce résidu organique roule dans le véhicule où on l'observe sous le microscope, sans se déformer et sans

(1) *Icon. hist.*, p. 119; pl. 17, fig. 8.
(2) Quekett, *Lectures on Histology*, t. II, p. 147-148.

offrir aucune apparence qui permette de croire à l'existence d'une cavité centrale. Çà et là dans la masse organique, on voit briller quelques fines granulations larges d'un demi-millième de millimètre environ, qui semblent constituées par des matières grasses. Nous ignorons si ces granulations existent dans le même état au sein de la substance qui résulte de l'union moléculaire de la matière azotée et des sels terreux; ou si ces granulations ne prennent naissance que lors du départ des deux principes azoté et terreux.

C'est ici que nous devons parler de la coloration rouge vermillon d'une des variétés de l'*A. digitatum*. Cette coloration réside uniquement dans les spicules. Ceux-ci ont la même forme que dans la variété rose, mais ils sont d'une belle couleur rouge qui persiste après leur isolement par la potasse. Cette coloration n'est pas seulement superficielle, elle s'étend à toute l'épaisseur du spicule. Elle est rapidement détruite au contact de l'alcool. On peut la retrouver au bout d'un certain temps au fond des plis que forment parfois les digitations du sarcosome, où l'alcool n'a pas directement pénétré. Il ne serait pas impossible que l'action de la lumière ne fût aussi pour quelque chose dans la disparition de cette coloration. L'alcool en tous cas ne semble point agir par dissolution, il ne se colore point. Sur les spicules de la variété rouge, traités par l'acide chlorhydrique, on retrouve au centre de la masse organique une traînée brunâtre qui semble indiquer que l'action décolorante des agents extérieurs n'a pas toujours pénétré jusque dans la profondeur de ces corps.

Canaux.

La substance fondamentale, outre les cavités modelées sur la surface des spicules, en présente d'autres également remplies, ainsi que des canaux et des lacunes de différents ordres (*A. digitatum*).

Au-dessous du point où s'insère au cœnenchyme le corps de chaque polype, on trouve une cavité ovoïde se prolongeant dans la profondeur du zoanthodème en un long canal. Celui-ci a à peu

près le même diamètre que le corps du polype. Le renflement initial est un peu plus large, il est destiné à recevoir le polype invaginé et plissé sur lui-même. Le renflement, le canal qui lui fait suite ne sont, à proprement parler, que le prolongement de la cavité du corps du polype jusque dans la profondeur de la masse commune du zoanthodème. Les huit lames mésentéroïdes se prolongent sur *toute la longueur* des parois de ces canaux, comme des cloisons incomplètes, saillantes d'un demi ou d'un quart de millimètre. Quelquefois on n'en compte dans la partie la plus reculée des canaux que six ou sept. M. Kœlliker désigne ces larges conduits sous le nom de « grands canaux nutritifs », *grössere Saftkanäle* (1), *canales nutritii majores* (2). Ils descendent tous de la périphérie du zoanthodème vers la base d'insertion de celui-ci, et nécessairement ils deviennent de moins en moins nombreux, soit qu'ils diminuent progressivement de diamètre et se terminent assez haut dans le cœnenchyme; soit qu'ils s'anastomosent les uns avec les autres en approchant de la base. En tous cas, le nombre des lames mésentéroïdes n'augmente point et jusqu'au voisinage du terrain où s'est développé l'animal, on les trouve faisant saillie dans la lumière du canal.

M. Kölliker avait précédemment désigné sous le nom de « petits conduits nutritifs », *kleinere Saftkanäle* (3), un réseau indiqué pour la première fois par M. Milne Ewards (4) et qui, croyait-on, mettait les larges conduits en communication directe les uns avec les autres. D'une manière générale cette communication *directe* n'existe pas, ainsi que nous l'avons nettement indiqué dans la note insérée, le 22 novembre dernier, au compte rendu de l'Académie des sciences. M. Kölliker, de son côté, arrivait en même temps aux mêmes résultats consignés par lui dans son tout récent ouvrage : *Anatomisch-systematische Beschrei-*

(1) *Icon. histiol.*, pl. 12, fig. 1.
(2) *Pennatuliden*, p. 10.
(3) *Icon. histiol.*, 1866.
(4) *Observations sur les Alcyons propr. dits.* (*Ann. des sc. nat.*, 2e série, Zool., t. IV, p. 338).

bung der Alcyonarien, Erste Abth. *Die Pennatuliden*, Frankfurt a. M. 1870. Le savant anatomiste de Wurzbourg indique nettement que ces prétendus canaux (*vasa nutritia minora et capillaria*), chez les Alcyonides, sont toujours remplis d'éléments anatomiques et qu'il lui a toujours été impossible d'y trouver une cavité libre. Il se demande s'il ne serait pas plus conforme à la réalité des faits de considérer les prétendus « canaux nutritifs capillaires » comme de simples traînées de cellules plongées dans la substance fondamentale ; mais il rejette aussitôt cette vue parce que, dit-il, pendant la vie, il est possible que des interstices capillaires persistent entre les cellules et que les fluides nourriciers se meuvent dans ces interstices très-visibles sur les préparations conservées dans l'esprit-de-vin (1)! Voici, sur ces différents points encore un peu obscurs, les résultats de nos observations. Mais il importe de bien distinguer ce qui appartient à l'une et à l'autre espèce d'Alcyon :

Chez l'*A. digitatum* il est facile de se convaincre sur le vivant, aussi bien que sur les individus conservés dans l'alcool, que ces prétendus canaux sont des traînées ou d'une substance granuleuse spéciale, ou d'éléments anatomiques sur lesquels nous aurons à revenir. Ils offrent partout un diamètre à peu près uniforme de 12 à 30 ou 40 millièmes de millimètre. Ils s'abouchent par places dans les larges conduits nutritifs, en tombant sur eux à angle droit, et en s'évasant un peu. Mais dès ce point même ils sont remplis et n'offrent ni lumière centrale, ni interstices entre les

(1) « Während......, ist es mir bei den capillären Kanälen *unmöglich gewesen, eine Höhlung zu finden*, vielmehr habe ich mich mit Bestimmtheit überzeugt, dass dieselben von den in ihnen befindlichen Zellen so erfüllt sind, dass auf keinem Fall grössere Raüme frei bleiben. Im Einklange hiermit sind auch die Zellen ganz anders gelagert als sonst in Kanälen mit Epithel (grösseren Saftkanälen). In den feinsten Kanälen nämlich stehen dieselben in einfacher Reihe hintereinander und wo die Kanäle breiter werden, findet man 2, 3, u. 4 Reihen von Zellen, oft alle in einer Ebene gelagert und bandartige Stränge darstellend oder zwei Schichten übereinander bildend. Dem gesagten zufolge wäre es vielleicht richtiger die capillären Ernährungscanäle einfach als Zellenstränge zu bezeichnen, welche kanalartige Lücken im Bindegewebe erfüllen, ich möchte jedoch für einmal diese Benennung doch nicht anwenden, da möchlicherweise zwischen den fraglichen Zellen im lebenden Thiere capilläre Lücken sich finden, in denen Flüssigkeit sich bewegt, Lücken, die wenigstens an Spirituspräparaten sehr deutlich sind. » (*Pennatuliden*, 1870, p. 46.)

éléments où puisse se faire une circulation réelle quelconque. En injectant par l'extrémité terminale d'un large conduit, sur un individu frais (*A. digitatum*), une masse à injection transparente, elle arrive jusqu'aux polypes, mais on ne la trouve jamais engagée dans les conduits en question. — Ces prétendus conduits forment autour des grands canaux un réseau serré. Les mailles ont environ de 80 à 400 millièmes de millimètre de diamètre. Le réseau est séparé de la paroi du canal par une distance égale au diamètre des plus petites mailles. Celles-ci ont une forme allongée, avec le grand axe parallèle à l'axe des canaux (pl. III, fig. 1).

De place en place ce réseau est relié par des branches transversales très-courtes aux parois des larges conduits. Extérieurement chaque réseau envoie autour de lui des ramifications plus petites et à mailles plus grandes, qui se relient aux réseaux enveloppant les conduits voisins. Quand il existe des spicules au milieu de ce réseau, ils sont toujours placés au centre géométrique des mailles, et comme ils se comportent de même avec les nappes fibroïdes de la substance fondamentale, on peut se demander si cette apparence fibroïde ne serait pas le prélude, au sein de la substance fondamentale, d'une transformation qui aboutirait à l'existence de ces « petits canaux nutritifs », dont le nombre se multiplie évidemment à mesure qu'augmente celui des polypes et des larges conduits.

Dans l'*A. palmatum* et dans une autre espèce indéterminée de Naples, les «petits canaux nutritifs» offrent une disposition toute différente et qui explique l'erreur où l'on a du tomber quand on a cru que ces canaux étaient en libre communication avec les cavités qui font suite aux polypes. En effet, le réseau secondaire — on peut l'appeler ainsi — n'est plus uniquement constitué, comme chez l'*A. palmatum*, par des traînées d'une substance, ou d'éléments anatomiques : déterminés ces traînées de place en place se renflent en véritables cavités tapissées par un épithélium ; elles ont même un diamètre considérable qui égale le dixième de celui des larges conduits ; elles paraissent surtout abondantes et développées à la surface du zoanthodème, immédiatement au-dessous de la couche de petits spicules qui le limitent. Ces cavités sont remplies

de liquide; toutefois il est facile de se convaincre *qu'elles ne communiquent pas directement* avec les larges conduits (pl. IV, fig. 8). Le réseau secondaire s'abouche à la vérité dans ces conduits par des orifices évasés analogues à ceux que nous avons décrits dans l'*A. digitatum* et même plus étroits. Mais ces orifices sont comme dans l'*A. digitatum* entièrement *remplis* par les éléments qui plus loin tapissent les cavités. Celles-ci restent de la sorte closes : le liquide qu'elles contiennent n'est pas en communication directe avec celui des larges conduits, et il est probable que sa composition, soustraite à l'influence immédiate de l'alimentation, est moins sujette à varier.

Dans les mailles formées par le réseau des « petits canaux nutritifs », on découvre au microscope, entre les spicules, certaines figurations, très-visibles surtout pendant la vie, moins distinctes sur les individus conservés, qui rappellent assez bien tout ce qui a été décrit par les histologistes allemands sous les noms de cellules ou de corpuscules du tissu conjonctif. Et en effet ces corps ou ces cavités (?) ne sont pas sans une certaine analogie d'aspect avec les corps étoilés plongés au sein de la substance conjonctive des larves de batraciens par exemple. Il y a un renflement comme celui où se trouve le noyau des corps étoilés, d'où partent dans tous les sens, des ramifications extrêmement fines, anastomosées par leurs extrémités avec celles des corpuscules environnants.

Il est très-difficile, même sur le vivant, de déterminer la nature de ce réseau que M. Kölliker incline à regarder, du moins chez les Pennatulides, comme la terminaison du réseau précédent (1). Il est possible qu'il soit chez les Alcyons rempli par les mêmes fluides et que le contenu de ce nouvel ordre de lacunes (si elles sont telles en effet) soit en rapport plus immédiat avec la substance dans laquelle ces vides sont creusés et qu'ils pourraient servir peut-être à caractériser, comme les chondroplastes et les ostéoplastes caractérisent l'os et le cartilage (2).

(1) « *Freie Enden* habe ich an diesen Kanälen (kleinere Saftkanäle) nirgends mit Bestimmtheit gesehen, doch muss ich bemerken, dass es oft den Anschein hat, *als ob die Enden feiner Gefässe mit Zellen der Bindesubstanz zusammenhingen.* » *Pennatuliden*, 1870, p. 47.

(2) M. Kölliker a décrit (*Icon. histiol.*, p. 111, 1866) le réseau dont nous par-

Polypes.

La substance fondamentale forme la charpente de chaque polype aussi bien que celle du cœnenchyme, avec tous ses mêmes caractères : nue à l'extérieur, offrant par places des spicules, des vestiges de petits canaux nutritifs, et des éléments étoilés. Cette substance, véritable squelette du polype, se continue sans solution de continuité, sans démarcation d'aucune sorte avec la masse du cœnenchyme. D'autre part, la paroi externe du corps du polype, se continue sans solution de continuité avec huit feuillets de substance fondamentale qui occupent le milieu des huit lames mésentéroïdes et qui s'attachent en dedans à un tube central de la même substance, soutien des parois de l'estomac. Il n'y a pas de solution de continuité entre toutes ces parties, ainsi qu'on peut le voir sur des coupes minces traitées par le carmin (pl. IV, fig. 6). La substance fondamentale du cœnenchyme et des polypes forme jusqu'à l'extrémité des pinnules un système essentiellement continu. Partout elle offre les mêmes caractères distinctifs. Quand des spicules existent à la paroi de l'estomac, ils sont développés dans la lame de substance fondamentale en question.

Chez l'*A. digitatum*, nous avons déjà dit que le sable de spicules qui enveloppe tout le cœnenchyme, s'élevait à une certaine hauteur, en huit dentelures, sur la base du polype. Un peu plus loin, jusqu'à la moitié de sa longueur, il n'existe point de spicules ou ils sont très-rares. C'est la portion destinée à se reployer sur elle-même pendant l'invagination. Puis, au niveau de la région supérieure de l'estomac, ils reparaissent semblables à ceux de la profondeur du cœnenchyme et agencés avec une grande élégance, en huit traînées correspondant à la base des tentacules, qui

lons, comme formé dans l'*A. digitatum*, qu'il avait observé en Ecosse, de cellules fusiformes ou étoilées, ayant un noyau, rarement quelques granulations graisseuses, mais sans membrane distincte (ohne deutliche Membran). Il n'a pu voir, dit-il, les anastomoses de ces éléments sur l'individu frais. Il ajoute que toutefois l'immense variété de forme des cellules et la longueur variable de leurs prolongements permettent de conclure presque sûrement (wohl mit Sicherheit schliessen) qu'elles sont contractiles. Mais le savant et consciencieux observateur ajoute qu'il n'a jamais pu voir clairement dans ces éléments aucun mouvement.

rappellent d'assez près la disposition observée par M. Genth dans la *Solenogorgia tubulosa* (1). Les tentacules n'offrent point de spicules. La paroi du polype est lisse en dehors sans aucun épithélium. Celle des tentacules est mince et flexible, la membrane qui sert de soutien à l'estomac, est très-mince et sans spicules.

Chez l'*A. palmatum* de la Méditerranée, la substance fondamentale est beaucoup plus abondante dans le polype. La paroi externe, beaucoup plus épaisse, est renforcée de huit crêtes saillantes correspondant aux espaces périgastriques. Celles-ci augmentent en épaisseur vers la base des tentacules, où elles se terminent par huit tubercules. La paroi externe (aborale) des tentacules est également très-épaisse. Les crêtes offrent des traînées de spicules qui montent jusqu'à la pointe des bras. La cavité des tentacules est étroite et triangulaire à la base, cylindroïde à la partie supérieure. La lame de substance fondamentale de l'estomac est aussi beaucoup plus épaisse que dans l'*A. digitatum*, elle offre de place en place sur les coupes transversales des renflements anguleux, correspondant à des spicules enveloppés dans sa masse.

Quand le polype (*A. digitatum*) est invaginé, les tentacules sont reployés sur le péristome. La portion du polype qui répond à la longueur de l'estomac, pleine de spicules, est fortement plissée sur elle-même, enveloppée extérieurement par la moitié inférieure du polype retournée de telle sorte que la paroi externe de cette portion est en rapport avec la paroi externe de la précédente. Au-dessus des tentacules fortement rétractés, la base de ceux-ci, reployée en dedans, forme un premier dôme, et c'est au-dessus de celui-ci que les huit festons à spicules de la base du corps, se rejoignant à leur tour, enferment hermétiquement le polype, sous un plancher rugueux tout semblable à celui qui recouvre la surface entière du cœnenchyme. Il nous reste à examiner le siége et la mise en jeu des forces par lesquelles l'animal arrive à faire accomplir à la substance fondamentale résistante des mouvements et des changements de forme aussi accusés.

(1) *Zeitschr. f. wiss. Zool.*, t. XVII, 1867, pl. 25, fig. 17.

II. — Système musculaire.

Les éléments musculaires des rayonnés qui en possèdent sont incomplétement connus. Nous ne savons pas même encore bien exactement les groupes de ces animaux chez lesquels on rencontre des muscles véritables. On les a plus souvent indiqués par intuition que par observation, comme s'ils étaient nécessaires à tout mouvement! En ce qui concerne les coralliaires, M. C. Genth, cherchant à décrire sur des pièces conservées dans l'alcool les muscles de la *Solenogorgia tubulosa* (1), n'a noté aucune particularité de structure qui les puisse rapprocher des fibres-cellules. (Welche auf Entstehung durch spindelförmige Zellen hindentete). Au contraire, dans son tout récent ouvrage sur les Pennatulides, M. Kölliker donne (p. 44) une description des éléments musculaires de ces animaux qui s'éloigne tellement de ce que nous avons observé chez les Alcyons vivants, que nous n'avons point à insister sur une variation aussi grande (2).

Nous devons faire tout d'abord une remarque : Un élément, une substance anatomique quelconque, ne peut être à la rigueur reconnu pour contractile qu'autant que l'observation directe a constaté cette propriété. Or, cette observation, les circonstances ne nous ont pas permis de la faire sur les éléments que nous décrivons. Nous ne pourrons que procéder par analogie. Celle-ci toutefois est tellement probante, que si nous signalons cette lacune dans nos recherches, c'est seulement pour témoigner du soin que nous avons essayé d'y apporter.

Nous avons constaté l'existence chez les Alcyons de véri-

(1) Ueber Solenogorgia tubulosa, Z. *f. w.* Z., 1867, t. XVII, p. 440.

(2) « Das Muskelgewebe von Pteroeides besteht wie dasjenige sehr vieler niederer Thiere, aus *einkernigen Spindelzellen*, und zerfällt sehr leicht in seine Elemente. Das Aussehen der Fasern ish bald homogen, bald streifig, und findet man häufiger leise Andeutungen einer Querstreifung, als Längstreifen. Die Kerne sind rundlich oder länglich rund, nie stabförmig und immer in eine granulirte Masse eingebettet, welche meist viele dunkle Körnchen, wie Fett enthält. Aehnliche Körnchen finden sich auch seltener in den Fasern selbst, oft weit weg von der Kernstelle. »

tables fibres musculaires. Elles se rapprochent beaucoup par leur aspect de celles des Mollusques et des Annélides, surtout des Némertiens. Pour bien mettre ces éléments à découvert, et les bien isoler, voici le moyen qui nous a le mieux réussi. On coupe au niveau de la surface du cœnenchyme un polype en expansion, d'un seul coup. Il se contracte fortement. On le met avec une goutte d'eau de mer entre deux lames de verre. Sous cette légère pression l'animal se dilate de nouveau et s'étend. On remplace alors l'eau de mer par l'eau douce qui tue le polype sans qu'il se contracte de nouveau. En introduisant une lame de ciseaux mince dans la cavité du corps, on ouvre l'animal longitudinalement. Avec un pinceau on balaye tout l'épithélium. On peut alors distinguer des faisceaux que la préparation que nous venons d'indiquer, détache parfois dans une certaine longueur. Ils sont constitués de fibres presque aussi minces que celles des Némertes, pâles, molles. Elles ne semblent point rubanées, s'isolent parfois très-bien dans une certaine étendue. Leur diamètre transversal ne dépasse pas $0^{mm},002$ à $0^{mm},003$; leur longueur est variable.

Partout où l'on trouve ces fibres, elles sont appliquées contre la substance fondamentale et recouvertes par un épithélium. Elles agissent sur la substance fondamentale et par conséquent doivent prendre, par leurs extrémités ou celles des faisceaux qu'elles forment, attache sur cette substance. Mais il n'est pas moins évident qu'elles glissent sur cette substance par le milieu de leur longueur, probablement au moyen de quelque matière amorphe encore indéterminée, interposée d'une part à la substance fondamentale et aux muscles, et d'autre part, aux muscles et à l'épithélium.

Quant à la disposition des muscles chez les Alcyons et les animaux des types voisins, elle est à peine plus connue que la structure même des éléments qui les constituent. M. Kölliker, dans une planche des *Icones histiologicæ* (1), qui représente une coupe du tissu de l'Alcyon et la paroi d'un large canal, indique une couche musculaire. Il est beaucoup plus explicite en ce qui touche

(1) Pl. 12, fig. 3.

les Pennatulides. Dans son récent ouvrage sur ces animaux, il admet des rétracteurs et des protracteurs (1), mais il semble qu'il n'ait pu observer ces organes que sur des polypes rétractés et rentrés, ce qui est une condition essentiellement défavorable pour juger des rapports réciproques des différents ordres de fibres. Dès 1857 MM. Edwards et Haime (2) avaient indiqué l'existence, chez les coralliaires, de fibres transversales et de fibres longitudinales.

M. Genth, le premier, a figuré les muscles du *Solenogorgia tubulosa*, où il décrit des faisceaux longitudinaux, montant se bifurquer dans deux tentacules voisins, et des fibres transversales correspondant aux angles de séparation des tentacules (3).

Les espèces sur lesquelles ont porté nos recherches sont l'*A. digitatum*, observé à l'état frais et conservé soit dans l'alcool, soit dans la solution chromique ; l'*A. palmatum ;* et un autre *Alcyonium sp.*, que nous n'avons pu déterminer et qui est peut-être nouveau, de Naples (4).

Tous les muscles que nous allons décrire tapissent soit les larges conduits, soit le corps des polypes.

Les plus étendus, sinon les plus puissants, sont les *muscles longitudinaux* (Edwards et Haime). Ils correspondent aux rétracteurs de M. Kölliker. Ces muscles sont appliqués *sur toute la longueur* des lames mésentéroïdes. Ils s'étendent de l'extrémité en cul-de-sac des larges conduits dans la profondeur du cœnenchyme, jusqu'au voisinage du péristome. Les fibres sont étalées de chaque côté de la mince lamelle de substance fondamentale qui constitue en quelque sorte le squelette élastique de la lame mésentéroïde. Supérieurement ces muscles s'engagent dans les deux espaces périgastriques séparés par la lame. Un certain

(1) *Pennatuliden*, 1870, p. 124.

(2) *Coralliaires* (*Suites à Buffon*, éd. Roret), t. I, p. 9.

(3) *Loc. cit.*, p. 439, 440. — Pour isoler ces muscles, M. Genth avait fait macérer quelques jours, dans l'acide chromique étendu, le sujet conservé dans l'alcool dont disposait. Il avait aussi employé la cuisson dans de l'eau acidulée au centième avec de l'acide acétique.

(4) Cette dernière espèce, ainsi qu'un fort bel échantillon du *palmatum*, nous ont été remis par M. G. Roper (de Londres).

nombre de fibres s'écartent un peu, viennent s'étaler en éventail sur la face externe de la paroi de l'estomac, dans sa portion supérieure (pl. VI, fig. 13). Les autres montent jusqu'au péristome pour s'y terminer. Les muscles longitudinaux, doubles par chaque lame mésentéroïde, forment ainsi seize faisceaux. Ils jouent le principal rôle dans la rétraction.

Muscles transversaux (Edwards et Haime). Nous les considérerons, pour bien fixer leurs rapports, sur l'animal en état d'expansion. Leurs fibres sont partout orientées dans un plan perpendiculaire à la direction des muscles précédents. Par places ils se renforcent et doivent être décrits comme des organes spéciaux.

Dans toute la longueur des larges conduits, contre la paroi de substance fondamentale, sous l'épithélium, on trouve une nappe de fibres transversales, parallèles entre elles, disposées sur une seule couche ou même espacées. Ces fibres sont toutes très-courtes et d'égale longueur : elles ne s'étendent que d'une lame mésentéroïde à l'autre, et se perdent sur elles (pl. V, fig. 11). Nos préparations nous ont donné à penser que ces fibres ne formaient jamais couche continue devant les orifices infundibuliformes des petits canaux nutritifs, dont les éléments resteraient de la sorte en contact immédiat avec l'épithélium qui tapisse les larges conduits.

On peut suivre la couche de fibres transversales jusque dans chacun des espaces périgastriques, toujours dans les mêmes rapports, c'est-à-dire appliquée contre la paroi du corps. Mais à la partie supérieure, elle fait subitement place à un muscle épais et puissant qui paraît avoir été vu par MM. Edwards et Haime : » Les fibres transverses, disent-ils (1), sont surtout développées » autour du bord supérieur du corps et dans l'appareil tentaculaire » (ce dernier point n'est pas exact, au moins en ce qui touche les » Alcyons) ; c'est par leur action que l'extrémité calycinale se » contracte en manière de bourse ». Ces muscles au nombre de huit, situés au sommet de chacun des espaces périgastriques, forment en effet un appareil constricteur d'une grande énergie qu'on peut décrire comme un organe unique et appeler *sphincter*.

(1) *Coralliaires* (*Suites à Buffon*, édit. Roret), t. I (1857), p. 9.

L'observation des animaux vivants prouve qu'il se contracte ordinairement dans toutes ses parties à la fois, surtout quand l'animal en état d'expansion va mourir, et revêt en effet l'apparence d'une bourse fermée par ses cordons. Les huit ventres de ce sphincter sont épais, charnus, de forme à peu près carrée, ils sont appliqués contre la paroi du corps (pl. VI, fig. 14). Les fibres musculaires, transversales volumineuses, rapprochées, parfaitement parallèles, sont toutes exactement de la même longueur, elles s'insèrent dans l'angle que forme chacune des lames mésentéroïdes avec la paroi du corps. Et quand on a étalé un polype ouvert suivant sa longueur, ces insertions se dessinent nettement comme autant de raphés. Ceux-ci correspondent à l'angle que forment entre eux les tentacules, les muscles correspondent à la base des tentacules (1).

D'autres fibres transversales, à peine plus développées que celles des larges conduits, règnent dans les espaces périgastriques sur toute la longueur de la paroi de l'estomac (pl. VI, fig. 13). Elles sont très-courtes et très-rapprochées. Elles ne s'étendent que d'une lame mésentéroïde à l'autre, excepté à la partie la plus inférieure où les lames se détachant de la paroi stomacale, les fibres peuvent l'entourer complétement et former là un véritable sphincter continu. Il ne semble point exister de fibres musculaires longitudinales sur la paroi de l'estomac (2).

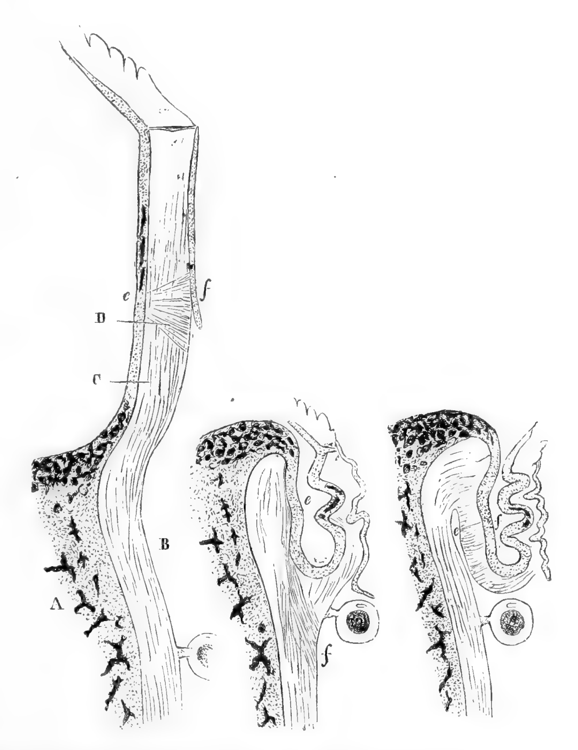
Nous devons encore signaler un autre groupe de fibres transversales fort important et qui doit jouer un rôle capital dans les mouvements d'expansion et de rétraction des polypes, quoique ce rôle ne nous paraisse pas encore déterminé d'une façon rigoureuse. Chaque lame mésentéroïde, à peu près au niveau du point où elle cesse d'être flottante pour s'insérer à l'estomac, présente sur chaque face une couche assez dense de fibres transversales, croisant par conséquent les faisceaux des muscles longitudinaux. Les fibres supérieures sont obliques de bas en haut, et vont en de-

(1) C'est par erreur que nous avions cru d'abord ce muscle appliqué contre le péristome, et que nous l'avons ainsi décrit dans la note adressée par nous à l'Académie des sciences.

(2) M. Kölliker ne paraît pas avoir vu non plus de fibres longitudinales à l'estomac des Pennatulides. (*Loc. cit.*, p. 124.)

dans se perdre sur la paroi stomacale en se mêlant aux fibres transversales de l'estomac. Les inférieures suivent une direction inverse et, descendant au-dessous de l'insertion de la lame mésentéroïde à l'estomac, embrassent le bord flottant de la lame dans une sorte d'anse musculaire en passant d'une de ses faces à l'autre. Ce faisceau est certainement *antagoniste* des muscles longitudinaux ; c'est sous ce nom que nous le désignerons (pl. VI, fig. 12).

Le mécanisme de la rétraction ou invagination du polype semble être celui que nous allons indiquer ; mais pour le com-



A, substance fondamentale ; B, lame mésentéroïde libre dans la partie inférieure, unie supérieurement à la paroi de l'estomac ; C, muscle longitudinal correspondant : D, antagoniste ; *e*, *f*, fibres arciformes contournant la lame mésentéroïde.

prendre, il importe de tenir compte de l'élasticité, certainement considérable, de la mince lamelle de substance fondamentale qui

sert de soutien aux lames mésentéroïdes. Les aspects indiqués par les trois schémas ci-joints se rencontrent également. Dans l'un le polype est représenté à l'état d'expansion, les organes sont en quelque sorte dans leurs rapports normaux ; la section est supposée passer par un des espaces périgastriques et montrer le profil d'une lame mésentéroïde.

Les deux autres figures représentent le polype rétracté. Les deux aspects se rencontrent également ; ils diffèrent par la courbe qu'offre le bord de la lame mésentéroïde. Cette courbe, à peine accentuée dans un cas, dessine dans l'autre une profonde échancrure. La différence tient à l'état d'activité plus ou moins grande des muscles longitudinaux : ils sont évidemment au repos dans le premier cas, puisqu'ils s'éloignent le plus alors de la direction rectiligne. Le muscle longitudinal et la lame mésentéroïde, en se recourbant entre la partie inférieure de la paroi du corps et la paroi du tube, n'abandonnent pas les rapports qu'ils ont dans la première figure. Si la lame mésentéroïde ne présente point de plis, ceci est dû à la tension légère qu'elle subit sous l'influence du muscle qui la borde, et à sa propriété propre d'élasticité et de contractilité (?). Les fibres de l'annexe ont gardé leur orientation par rapport au plan de l'animal, en raison du renversement total des parties où elles sont appliquées. Elles peuvent aussi contribuer pour leur part à déterminer l'échancrure de la lame mésentéroïde, qu'on ne retrouve pas dans l'état de contraction vive, comme le montre la troisième figure.

Dans celle-ci l'animal vivant a été saisi par la liqueur où on l'a plongé. La rétraction sur les sujets qui nous ont offert cet aspect (*A. digitatum*) n'était pas encore entière, les tentacules étaient restés flottants au dehors par leurs extrémités. Le muscle longitudinal, qui prend son insertion inférieure dans la profondeur du cœnenchyme, n'a en haut d'insertion fixe qu'au niveau de l'estomac (pl. VI, fig. 13). C'est en ce point, et par suite sur toute la partie supérieure du corps du polype, renforcée de spicules, que s'exerce son action. Pour amener la partie supérieure du corps à se reployer dans l'inférieure, il est obligé d'abandonner

momentanément ses rapports avec cette dernière. La lame mésentéroïde s'étend alors considérablement dans tout le repli formé par la paroi du corps et celle du canal. Mais, d'autre part, ce changement dans la largeur de la lame ne peut s'opérer sans que les rapports des fibres de l'annexe ne soient aussi considérablement modifiés. Elles s'allongent et prennent, comme l'indique la troisième figure, une direction presque parallèle à celle du muscle longitudinal (pl. VI, fig. 12). Elles reviennent ensuite à l'état de la seconde figure.

Nous n'avons pu découvrir chez les Alcyons l'analogue des muscles que M. Kölliker décrit chez les Pennatulides, comme *protracteurs* (1). Le mécanisme de cet acte est encore obscur et il n'est ni certain ni même probable que les puissances musculaires du corps du polype y jouent le principal rôle. Quand on examine les polypes à l'état d'expansion, transparents, gonflés de liquide, soumis certainement dans l'intérieur de leur corps à une pression plus grande que le milieu ambiant, on ne peut douter que l'afflux de ce liquide, qui doit venir des cavités des larges conduits, ne joue un rôle décisif dans l'acte de la protraction.

Muscles des tentacules. — Ils sont tous longitudinaux et offrent cette particularité de s'appliquer à la surface extérieure de la substance fondamentale qui forme la paroi de ces organes. Ils ne sont pas dans la cavité des tentacules ou des pinnules, mais en dehors, sous l'épithélium qui recouvre ces parties. Certaines préparations, telles que des coupes longitudinales ou transversales, montrent très-bien cette disposition. Il arrive aussi qu'on voit des fibres, en partie détachées, flotter dans le liquide, alors même que la cavité des tentacules n'a point été ouverte. Ces muscles occupent, soit le côté oral, soit le côté aboral de l'organe.

Du côté oral (pl. V. fig. 9) on trouve, à la surface du tenta-

(1) « Die *Protractores* ziehen bei zurückgezogenen Polypen von dem äusseren Blatte der Duplicatur der Leibeswand erst in senkrechter Richtung abwärts bis in die Höhe des Magens, um dann unter rechten Winkeln gegen denselben sich umzubiegen und allem Anscheine nach mit dessen Quermuskelfasern zu verschmelzen. » *Pennatuliden*, 1870, p. 124.

cule, deux larges bandes musculaires, d'abord séparées et se rejoignant vers les deux tiers de la hauteur de l'organe. D'une part, les fibres vont se perdre sur les pinnules (pl. V, fig. 10), où on les distingue nettement, et où elles suivent toujours la même direction, parallèle à leur axe (*A. palmatum*). En bas, les deux faisceaux arrivés sur le péristome s'écartent légèrement; entre eux, des fibres descendent en nappe excessivement mince, jusque dans l'orifice buccal. Les deux faisceaux, se jetant en dehors, vont s'insérer de chaque côté sur le péristome au niveau même de l'insertion de la lame mésentéroïde. Chacune de ces attaches répond, par conséquent, à l'origine de deux faisceaux montant dans deux tentacules voisins; les lignes d'insertion apparaissent sur le péristome comme huit raphés rayonnants (*A. digitatum; A. palmatum*). Dans l'*Alcyonium sp.*, les faisceaux sont moins distincts et toute la surface orale du tentacule n'offre qu'une couche uniforme de fibres musculaires.

Nous désignons, sous le nom de *muscles intertentaculaires*, des muscles situés sur la face aborale des tentacules, dans les angles qu'ils forment. Quoique la direction dominante de leurs fibres soit la même que pour les précédents, elles pourraient néanmoins être également rapportées au système transversal. On découvre sur la face aborale, à la base des pinnules d'un même côté, des fibres qui descendent en faisceau sur le bord du tentacule. Le muscle de plus en plus volumineux, à mesure qu'il approche de la base de l'organe, se recourbe dans l'angle et remonte sur le tentacule voisin où il offre les mêmes rapports. Ces fibres longent le bord des tentacules, sans atteindre la région médiane de la face aborale. Elles sont recouvertes d'un épithélium qui manque dans la région médiane. Elles se continuent d'un tentacule à l'autre sans offrir ni interruption ni raphé, dans le milieu de leur trajet (pl. VI, fig. 14).

L'existence de tous ces muscles, dont les énergies spéciales chez les Alcyons sont parfois si compréhensibles, soulève une intéressante question d'anatomie générale : une substance contractile peut-elle exister en tant qu'élément anatomique, sans que cet élément suppose à côté de lui un autre élément chargé de mettre en

activité, sans qu'on imagine un centre, au moins un centre coordonnateur des réflexes provoqués par les excitations du dehors? Les fibres musculaires des Alcyons, des Actinies (Schwalbe) ou des Pennatules (Kölliker), ne sont nullement assimilables au sarcode des Spongiaires et d'une foule d'animaux inférieurs, c'est un tissu proprement dit. Le sarcode ne suppose pas l'élément nerveux ; tout au contraire, il est une présomption de son absence. Ce que nous voyons chez la plupart des animaux dont les fibres musculaires se rapprochent de celles des Alcyons, peut donner à penser qu'on devra trouver chez eux aussi, en cherchant, un système nerveux réel, composé à la rigueur d'un seul élément anatomique pour le polype entier. M. Kölliker, dans son traité des Pennatulides, cite de « fines fibres longitudinales, mêlées parfois à de petits corps en forme de cellules », qu'il a rencontrées dans le voisinage de l'insertion de la lame mésentéroïde au niveau de l'estomac et au-dessous; mais il n'ose toutefois se prononcer réellement pour la nature nerveuse de ces fibres, parce qu'il ne les voit point se ramifier (1). Nous devons ici signaler de notre côté des traînées granuleuses fusiformes que nous avons observées à l'état frais, entre les fibres musculaires, sur le trajet des faisceaux, et qui peut-être pourraient être interprétées comme des éléments nerveux mêlés aux éléments musculaires. Ajoutons toutefois que l'existence d'éléments nerveux volumineux et bien définis jusque chez des animaux d'un rang aussi inférieur que les Méduses, rend infiniment probable la découverte chez les Alcyons, les Actinies, etc., d'un véritable sys-

(1) « Es ist mir nicht gelungen mit Bestimmtheit Nerven aufzufinden. Immerhin möchte ich auf eine Gegend und ein Gewebe aufmerksam machen, das ich nicht mit Bestimmtheit unterzubringen weiss. Es findet sich nämlich an der Anheftungsstelle der Mesenterialfilamente und weiterhin an derjenigen der Septula, an jedem ein besonderer longitudinaler Faserzug, den ich weder dem Muskelgewebe noch der Bindesubstanz mit Bestimmtheit einzureihen vermag. Es sind feine gerade Fasern stellenweise mit kleinen zellenartigen Körpern gemengt, die ich kein Bedenken tragen würde, für Nervenfasern zu erklären, wenn es mir gelungen wäre, irgendwo von denselben abgehende Fasern wahrzunehmen. Da dies jedoch nicht der Fall war, so muss ich die Frage über ihre Bedeutung offen lassen. Auch sonst habe ich nirgends, selbst an den dünnsten Muskelplatten nicht eine Spur verästelter Fasern gesehen, die als Nerven zu deuten gewesen wären. » *Pennatuliden*, 1870, p. 44.

tème nerveux. A la rigueur, on pourrait se demander si les muscles de l'Alcyon sont soumis à des nerfs, ou s'ils entrent directement en contraction sous les influences du dehors ; mais cette hypothèse d'une existence purement passive, comme chez les plantes, paraît difficilement applicable à des êtres d'une complication aussi grande que les Alcyons.

III. — EPITHÉLIUMS. — NÉMATOCYSTES.

Les parties dont nous allons maintenant parler tapissent ou remplissent toutes les cavités du cœnenchyme et du corps des polypes, ainsi que les faces orales et latérales des tentacules.

Les nématocystes se présentent avec l'aspect habituel à ces organes (pl. IV, fig. 7). Ils sont petits, ovoïdes, quelquefois amoindris à une de leurs extrémités ou légèrement contournés en forme de haricot. Ils ont environ 0mm,006 de large et 0mm,008 à 0mm,009 de long. Ils sont brillants à la lumière transmise. Ils résistent aux réactifs. Sur des fragments d'Alcyons qui avaient été plongés vivants dans l'acool faiblement acidulé par l'acide chromique, nous avons retrouvé les nématocystes avec leur filament faisant saillie. Celui-ci est légèrement onduleux dans toute son étendue, et a de huit à dix fois la longueur de l'élément (*A. digitatum*).

La paroi interne des larges conduits est tapissée par un épithélium, formé de cellules de petites dimensions, de figure irrégulière, surtout arrondies, munies, pour celles qui occupent le rang le plus superficiel, de cils vibratiles extrêmement déliés, paraissant rares sur chaque cellule, animés de mouvements mal rhythmés. Ces cellules sont très-granuleuses, à granulations opaques, ce qui rend l'observation difficile. La substance même de la cellule, dans laquelle ces granulations sont agrégées, paraît parfaitement hyaline. On ne distingue pas de noyau. Enfin, au milieu de ces cellules nous ne découvrons pas de nématocystes. — Cet épithélium se prolonge jusqu'à l'intérieur des tentacules et des pinnules, où l'on voit vibrer ses cils. Ce n'est

pas dans cet épithélium que paraît être le point de départ du développement des œufs qu'on trouve appendus aux lames mésentéroïdes : il est facile de s'assurer qu'au moins dans une période ultérieure de leur développement, ils sont directement reliés à la substance fondamentale par un pédicule recouvert lui-même par cet épithélium.

L'épithélium qui tapisse en dehors les pinnules, et qui s'étend sur toute la face orale des tentacules, n'est point vibratile (*A. digitatum*). Il renferme des nématocystes, et de plus il présente de place en place des organes saillants, longs de $0^{mm},025$ environ, recourbés en griffe, aigus, espacés du diamètre de plusieurs cellules, et ne paraissant d'ailleurs doués d'aucun mouvement (pl. III, fig. 4). Nous donnons provisoirement à ces organes, que nous ne trouvons mentionnés dans aucune description, le nom de *crochets* (1).

Le tissu qui remplit les petits conduits (*A. digitatum*) appartient, comme l'épithélium des larges conduits et celui des tentacules, à cette classe de productions organiques rangées par Blainville sous le nom de produits. Il est constitué par la réunion de deux éléments : 1° des nématocystes analogues à ceux de l'épithélium tentaculaire, répandus ainsi dans toute la profondeur du cœnenchyme ; 2° une substance granuleuse, individualisée parfois en cellules et qu'il serait fort intéressant de comparer chimiquement à celle des éléments épithéliaux des larges conduits. Ces cellules, quand elles existent, sont irrégulières, à peu près de la dimension du canal qu'elles remplissent. Elles sont mêlées à des nématocystes, mais jamais ne paraissent renfermer ces corps à leur intérieur. Elles sont granuleuses, mais plus finement granuleuses et plus transparentes que les cellules vibratiles des larges conduits. Elles offrent un petit noyau de couleur rosée, à bords mal limités, très-distinct toutefois, et qui n'a

(1) La seule indication connue de nous, qui pourrait à la rigueur s'appliquer à ces petits organes, est dans la ligne suivante de Gosse : « The pinnæ are seen to be roughened, throughout their whole length, with numerous prickly rings, somewhat like the horns of an antelope. » *Naturalist's Rambles on the Devonshire Coast*, 1853, p. 78.

pas plus de $0^{mm},005$ à $0^{mm},006$. La cellule a de $0^{mm},015$ à $0^{mm},020$ de diamètre en moyenne (pl. IV, fig. 7).

Quand on suit le trajet des « petits canaux nutritifs », on voit parfois l'espace rempli de substance granuleuse ou de cellules et de nématocystes, s'amoindrir, se terminer en pointe; puis, un peu plus loin une nouvelle traînée de substance granuleuse ou d'éléments; puis une autre, qui se font suite et semblent marquer le trajet interrompu de la lacune (*A. digitatum*). L'existence de la matière granuleuse semble la condition nécessaire de l'existence des conduits. Ceux-ci ne résultent probablement que du dépôt de cette matière granuleuse au sein de la substance fondamentale par traînées qui se réunissent ensuite et donnent dès lors naissance à une sorte de conduit. Les cellules qui viennent alors à le remplir ne seraient que le résultat de l'individualisation en éléments anatomiques de cette matière. Ces traînées granuleuses et même des cellules isolées les unes des autres se retrouvent jusque dans la paroi du corps des polypes, et l'on peut vérifier là très-facilement que les lacunes qui les contiennent sont en rapport avec les extrémités des ramifications des cellules étoilées de la substance conjonctive. Ces particularités, jointes à la présence des spicules jusqu'au voisinage des tentacules, à l'absence de tout épithélium sur le corps aussi bien que sur le cœnenchyme, à la continuité de substance de celui-ci et des polypes, à l'extension des muscles de ces derniers jusque dans la profondeur du cœnenchyme, tous ces caractères établissent entre ceux-là et celui-ci une telle analogie de structure qu'il n'est pas possible en anatomie générale de les distinguer et de trouver entre ces parties d'autre différence que des différences morphologiques.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE IV.

FIG. 1. *A. digitatum.* Substance fondamentale au voisinage d'un grand conduit; coupe parallèle à l'axe de ce dernier, sur un individu conservé dans l'alcool.

a. Épithélium du large conduit.

b,*b*. Petits conduits. Le réseau qu'ils forment s'abouche par de nombreux orifices évasés en entonnoir, dans les larges conduits. Ces orifices et les petits conduits eux-mêmes sont comblés par la substance granuleuse individualisée en cellules.

c. Petit conduit coupé en travers.

Entre les petits conduits on voit les spicules et les corps étoilés de la substance fondamentale.

Fig. 2. *A. digitatum.* Lame de substance fondamentale adhérente au pecten, montrant l'aspect fibroïde exagéré dans cette région. On voit des débris d'épithélium tapissant l'extrémité des larges conduits.

Fig. 3. Spicules d'alcyon, traités par l'acide chlorhydrique. Masse de substance organique conservant la forme générale du spicule après l'action du réactif.

Fig. 4. *A. digitatum.* Individu frais. Extrémité d'une pinnule montrant un nématocyste engagé dans l'épithélium et les *crochets* qui font saillie sur celui-ci.

Fig. 5. *A. digitatum.* Individu frais. Faisceau de fibres musculaires, entremêlé de masses granuleuses fusiformes.

PLANCHE V.

Fig. 6. *A. palmatum.* Coupe transversale du corps du polype au niveau de l'estomac. Pièce conservée dans l'alcool et traitée par l'acide chlorhydrique qui a fait disparaître les sels terreux des spicules. Ceux-ci sont très-abondants. La matière organique dont ils sont formés persistant au milieu de la substance fondamentale donne lieu à un aspect aréolaire particulier.

L'épithélium qui tapisse les espaces périgastriques a été enlevé. On distingue sur la face interne de la paroi du corps, et sur la face externe de l'estomac les fibres musculaires transversales qui tapissent ces régions.

Les cloisons sont formées par une lame de substance fondamentale continue avec la paroi du corps et un tube de la même substance constituant la paroi propre de l'estomac. De chaque côté de la cloison montent les deux faisceaux de chaque muscle longitudinal, recouverts eux-mêmes par les fibres transversales des cloisons.

Fig. 7. *A. digitatum.* État frais. Portion d'un petit conduit nutritif, montrant la traînée de substance granuleuse individualisée par places en cellules et mêlée à des nématocystes. Grossissement, 600 diamètres.

a. Nématocystes avec leur fil.

Fig. 8. *A. palmatum.* Pièce conservée dans l'alcool et traitée par l'acide chlorhydrique, qui a dissous les sels terreux des spicules. Coupe perpendiculaire à la surface du cœnenchyme ou voisinage de celle-là.

a. Couche superficielle de spicules, enveloppant tout le cœnenchyme.

b,*b*. Parois de deux larges conduits entre lesquels existe un « petit conduit nutritif » largement dilaté et transformé en espace lacunaire, tapissé d'épithélium. Cet épithélium comble les orifices par lesquels ces cavités sont en communication médiate avec la cavité des larges conduits.

PLANCHE VI.

FIG. 9. *A. palmatum.* Individu conservé dans l'alcool. Muscles du péristome et de la base des tentacules, côté oral.

a. Bouche.

b. Tentacules.

c. Insertion des lames mésentéroïdes au péristone, vue par transparence.

d,*d*. Muscle sphincter vu par transparence à travers le péristome. La paroi du corps coupée au-dessous de ses insertions et parallèlement à la direction de ses fibres est ramenée dans la préparation au-dessous du péristome.

e. Muscles des tentacules, côté oral.

f. Muscle intertentaculaire.

FIG. 10. *Alcyonium sp.* Individu conservé dans l'alcool. Muscles des pinnules et de la région supérieure du tentacule, côté oral.

FIG. 11. *A. digitatum.* Individu conservé dans l'alcool. Muscles longitudinaux et transversaux de la paroi des larges conduits, dans la profondeur du cœnenchyme, près de leur extrémité.

PLANCHE VII.

FIG. 12. *A. digitatum.* Fragment détaché d'un polype fortement contracté et montrant les rapports du muscle longitudinal et de l'*antagoniste*.

a. Portion de la paroi de l'estomac, sur laquelle le muscle longitudinal prend son insertion.

b. Lame mésentéroïde sur laquelle se continue le muscle longitudinal.

c. Antagoniste. Dans l'espace situé entre *a* et *c*, se trouvait la paroi du corps du polype repliée sur elle-même. Le muscle longitudinal, en se contractant, a fortement distendu les fibres de l'antagoniste dont la direction, de transversale, est en même temps devenue longitudinale.

FIG. 13. *A. digitatum.* Fragment détaché d'un polype, montrant deux lames mésentéroïdes et une portion de la paroi stomacale comprise entre ces deux lames.

a,*a*. Lames mésentéroïdes ; on voit une partie des fibres qui les tapissent se jeter en éventail sur la paroi de l'estomac.

b. Paroi stomacale tapissée sur sa face entière de fibres musculaires transversales très-courtes. L'épithélium a été enlevé.

Fig. 14. *Alcyonium sp.* Pièce conservée dans l'alcool et traitée par l'acide chlorhydrique pour dissoudre les sels terreux des spicules dont il ne reste que la trame. Tentacule vu par la face aborale.

a,a. Muscles intertentaculaires dont on peut suivre les dernières fibres jusqu'à la base des pinnules supérieures. Ces fibres toutefois ne montent pas sur les pinnules, comme celles du côté oral.

b. Le muscle sphincter vu par transparence à travers la paroi de la base du tentacule.

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

De l'action des divers principes de la bile sur l'organisme, par MM. Feltz et Ritter, agrégés à la Faculté de médecine de Strasbourg.

L'action que les différents composés de la bile exercent sur l'économie a préoccupé de tout temps les médecins ; des essais de diverse nature ont été tentés pour résoudre la question au point de vue expérimental. Aucune étude d'ensemble n'a cependant été produite, à notre connaissance ; cette lacune, nous avons essayé de la combler, et c'est le résultat de deux années de travail que nous présentons aujourd'hui. Le temps accordé pour les lectures ne nous permet pas d'entrer dans les détails des méthodes opératoires et analytiques suivies ; nous regrettons d'être forcés de ne présenter qu'un résumé aphoristique des résultats obtenus. Un mémoire particulier, que nous publierons prochainement, contiendra tous les détails nécessaires.

Nos expériences, au nombre de quatre-vingts au moins, ont toutes été faites sur des chiens, placés toujours dans des conditions identiques.

A. Action des sels des acides biliaires.

Dans une première série d'essais, nous avons expérimenté le glycocholate, le taurocholate, et un mélange de ces deux sels de soude, dans les proportions qui se rencontrent dans la bile de bœuf. Nous avons constaté qu'à poids égaux, ces composés donnent, à peu de chose près, les mêmes résultats ; seule, l'influence des doses est à prendre en sérieuse considération. La voie d'élimination de ces composés introduits dans le sang est surtout la sécrétion biliaire.

1° *A petite dose.* — Des injections de 4, 5 ou 6 centilitres d'un liquide renfermant 50, 60, 70 centigrammes de glycocholate, ou de taurocholate, ou du mélange de ces deux sels, espacées de quatre jours chacune, ont provoqué chaque fois un abaissement de température de 1 à 2 degrés, un ralentissement du pouls du cinquième, souvent des vomissements, quelquefois de légers accidents nerveux, jamais de jaunisse. Les animaux reviennent très-vite à l'état normal, car, même vingt-quatre heures après la dernière injection, il n'y a plus de traces de modifications dans le sang. Les urines ne renfermaient ni albumine, ni matière colorante hématique ou biliaire ; on y trouve de l'indican ; les urines étaient rares et renfermaient une quantité d'urée telle que l'acide azotique y déterminait un précipité abondant d'azotate d'urée.

2° *A dose moyenne.* — Injection de 1 gramme 20 (10 centilitres de l'un des liquides précédents). Pouls et température comme ci-dessus, en plus accidents convulsifs, selles diarrhéiques, sanguinolentes. L'urine est foncée, renferme de l'albumine et de la matière colorante du sang, pas d'acides, ni de matières colorantes biliaires, quelquefois seulement de l'indican. Les animaux se remettent lentement ; ils refusent de manger, mais boivent beaucoup ; en les sacrifiant le cinquième jour, on constate que le sang et le foie ne sont que légèrement modifiés ; l'analyse du sang n'y fait retrouver ni acide, ni matière colorante biliaire.

3° *A dose forte.* — Des injections de 10 à 20 centilitres et plus, renfermant de 2 à 4 grammes de sels biliaires, entraînent toujours la mort des animaux dans un temps plus ou moins court, mais avec des symptômes toujours identiques : vomissement, abaissement de température, ralentissement du pouls, accidents nerveux épileptiformes, hémorrhagies diverses, mais jamais de jaunisse. Les urines noires, sanguinolentes et albumineuses, renferment des acides biliaires en quantité très-faible, un peu de matière colorante verte et de l'indican. L'examen histologique fit toujours découvrir dans le sang des cristaux aiguillés d'hémoglobine, identiques avec ceux que l'on obtient en mêlant, hors de l'économie, du sang de chien avec de la bile ; on remarque dans les deux cas des granulations irrégulières, dont l'apparition coïncide avec la fonte du globule, et la présence dans les urines de la matière colorante du sang et de l'albumine. L'analyse du sang, faite le lendemain d'une injection, décèle toujours la présence de notables quantités d'acides biliaires; si la mort tarde à survenir, on n'en retrouve plus que des traces.

Conclusion. — L'action toxique des sels des acides biliaires nous paraît surabondamment démontrée ; elle doit être attribuée à l'influence dissolvante que ces composés exercent sur le globule sanguin. Cette action se rapproche beaucoup de ce que nous avons constaté dans nos expériences sur le phosphore et l'arsenic.

B. ACTION DES DÉRIVÉS DES ACIDES BILIAIRES.

1° *Injections de cholate de soude.* — Les phénomènes observés se rapprochent beaucoup de ce que nous avons observé pour les sels précédents ;

mais il en faut employer des quantités beaucoup plus fortes ; une dose de 1 gramme ne produit même que des résultats très-passagers. L'urine renferme quelque peu de matière colorante.

2° *Injections d'acide choloïdique et de dislysine en solutions alcalines.* — 2 grammes de ces composés injectés à deux reprises n'ont rien produit de particulier ; l'urine ne renferme pas d'albumine, mais beaucoup d'urée et des traces de matière colorante.

3° *Injections de taurine.* — 4 grammes de ce produit injectés n'ont pas provoqué de réaction.

4° *Injections de glycocolle.*— Dose, 4 grammes ; même résultat négatif.

C. ACTION DES MATIÈRES COLORANTES.

4 grammes de *bilirubine*, injectés en deux fois en solution alcaline, n'ont provoqué que de la constipation et une légère teinte subictérique de la conjonctive ; cette teinte disparaît dans les vingt-quatre heures ; les urines sont alcalines, ne renferment pas d'albumine; l'acide azotique y produit un précipité abondant d'urée, mais une coloration douteuse. Les jours où l'injection n'est pas faite, on trouve de l'indican.

3 grammes, injectés en une seule fois, ont produit les mêmes phénomènes, mais il y avait de plus un léger abaissement de température (3 centigrammes).

8 grammes de *biliprasine*, injectés en quatre fois, ont produit une constipation opiniâtre, une teinte subictérique très-fugace ; les urines ne renfermaient pas d'albumine ; l'acide azotique ne donne directement les réactions des matières colorantes que faiblement, et de temps en temps seulement. L'indican n'apparaît que vers la fin de la quatrième injection. Un procédé plus délicat permet cependant de retrouver dans l'urine les matières colorantes de la bile, même lorsque l'acide azotique, essayé directement, a échoué.

Un mélange de 4 grammes de *bilifuscine* et de *bilihumine* s'est comporté comme la biliprasine ; l'urine renfermait des matières colorantes, reconnues directement par l'acide azotique. Le sang n'était jamais altéré ; nous n'avons pu y retrouver d'une manière certaine les principes injectés. Les animaux se sont tous remis.

D. CHOLESTÉRINE.

Cette substance, introduite dans le sang de manière qu'elle ne puisse être précipitée de sa solution pour jouer le rôle de corps étranger, ne produit aucun accident grave. La cholestérine n'est donc pas toxique par elle-même, mais elle peut produire des accidents emboliques. En supprimant la sécrétion du foie par une injection forcée de sulfate ferreux dans le canal cholédoque, la cholestérine s'accumule dans le sang ; nous en avons trouvé 3 grammes 96 pour 1000, tandis que, chez un chien de même taille et nourri identiquement, il n'y en avait que 928 milligrammes.

E. LIGATURES DU CANAL CHOLÉDOQUE.

Les ligatures du canal cholédoque causent des désordres très-graves : la mort arrive toujours ; on observe deux ordres de phénomènes, les uns, locaux, sont dus à la plaie et aux péritonites, très-fréquentes chez le chien ; les autres reproduisent d'une manière frappante les phénomènes que nous avons constatés par les injections des sels biliaires. Mais, dans les deux cas, le sang est toujours altéré ; au microscope il présente les cristaux d'hémoglobine et les granulations dont nous avons déjà parlé ; l'analyse chimique y fait retrouver des proportions variables de sels biliaires ; nous avons eu soin de constater au préalable, en suivant le procédé de Newcomm, que le sang normal ne renfermait pas de traces de ces composés. La graisse est toujours augmentée ; néanmoins, la constatation de la matière colorante de la bile dans le sang n'a pas pu être faite d'une manière rigoureuse. Les urines renferment de l'albumine dès le deuxième jour ; le quatrième jour on y constate la présence de l'hémoglobine à l'aide du spectroscope ; nous n'avons rencontré que deux fois des traces d'acides biliaires. Les matières colorantes de la bile ont toujours précédé l'apparition de la jaunisse ; la jaunisse déclarée, les matières colorantes manquent parfois. Les conjonctives et les muqueuses deviennent jaunes.

Il serait trop long d'énumérer ici les cas cliniques dans lesquels nous avons trouvé la confirmation des faits qui résultent des recherches expérimentales précédentes ; nous les indiquerons dans un travail ultérieur contenant tous les détails relatifs à ces recherches.

Recherches physiologiques sur l'excrétion de l'urée par les reins (1), par M. Gréhant.

Le premier chapitre de ce travail comprend un historique très-détaillé des recherches faites antérieurement sur ce sujet.

L'auteur étudiant ensuite le *dosage de l'urée* et l'*emploi de la pompe à mercure*, s'exprime ainsi sur ce sujet :

Réactif de Millon. — Millon s'est servi, pour doser l'urée, d'un réactif particulier contenant de l'acide azoteux et qui jouit de la propriété de décomposer cette substance en volumes égaux d'azote et d'acide carbonique et en eau. Ce réactif est très-facile à préparer ; on verse dans un tube bouché de l'acide azotique ordinaire et une goutte de mercure : le métal attaqué se dissout, des gaz se produisent qui restent dissous dans le liquide acide en excès et donnent une solution verte qui décompose l'urée.

(1) Extrait de la thèse de physiologie pour le doctorat ès sciences de M. le docteur N. Gréhant. Paris, 1870, in-4°.

Millon, en faisant agir ce réactif sur une solution d'urée, obtenait un dégagement d'acide carbonique, gaz qu'il absorbait par une solution de potasse; l'augmentation de poids de la potasse faisait connaître le poids de l'acide carbonique, d'où l'on calculait le poids de l'urée.

Perfectionnement du procédé de Millon. — M. Gréhant a rendu le procédé de dosage plus rigoureux et plus exact en recueillant tout l'acide carbonique et tout l'azote provenant de l'action de l'acide azoteux sur la solution d'urée, et dans chaque analyse l'égalité exacte des volumes trouvés d'acide carbonique et d'azote lui a donné la certitude que l'urée seule avait été décomposée; en effet, l'action de l'acide azoteux sur l'urée est assez spéciale, et, de plus, ce réactif décomposerait-il une autre substance azotée, les volumes d'azote et d'acide carbonique que l'on obtiendrait ne seraient jamais égaux. Bien entendu, il faut s'assurer tout d'abord, avant d'agir sur une solution, qu'elle ne contient pas d'acide carbonique libre ou combiné, en la traitant par une petite quantité d'acide azotique pur et faible. La condition qu'il s'est imposée de doser l'urée à l'état gazeux par les deux gaz qui proviennent de sa décomposition, revient exactement à faire chaque fois une analyse organique de l'urée, car si l'on chauffe de l'urée avec de l'oxyde noir de cuivre, on obtient, comme l'ont reconnu MM. Prévost et Dumas, des volumes égaux d'azote et d'acide carbonique. Seulement son procédé offre sur l'analyse organique, dans ce cas particulier, plusieurs avantages : 1° il n'est pas nécessaire que l'urée soit pure, elle peut être mélangée à quelques matières albuminoïdes, à des matières grasses et à des sels; 2° on n'emploie point la balance, car les gaz sont mesurés dans des cloches graduées où on les reçoit en totalité.

Mais l'obligation de recueillir l'azote provenant de la décomposition de l'urée par le réactif de Millon force d'opérer dans le vide, c'est pourquoi la pompe pneumatique à mercure rend ici d'excellents et indispensables services.

Pompe à mercure. — Cette machine est employée depuis plusieurs années en Allemagne dans la forme que lui donne le célèbre constructeur M. Geissler, pour l'extraction des gaz du sang par le vide. Cette pompe est construite à Paris avec beaucoup d'habileté par MM. Alvergniat, et voici la forme très-simple représentée par la figure 1, qui est la plus commode dans l'emploi de cette machine, dont l'usage doit être généralisé en physiologie; car la pompe à mercure permet de résoudre toutes les questions qui exigent le dégagement aussi complet que possible des gaz qu'un liquide sang ou eau tient en solution.

Un tube barométrique long de 1 mètre, fixé contre une planche verticale, présente un renflement en forme de cylindre ou de sphère d'une capacité de un demi-litre environ. A la partie supérieure le constructeur a soudé un robinet de verre à trois voies dont l'enveloppe porte un tube vertical et un tube horizontal; ce robinet de verre est la pièce principale qui permet d'établir ou d'interrompre la communication entre la chambre barométrique et

l'un ou l'autre de ces tubes ; le tube vertical s'élève jusqu'au centre d'un entonnoir de verre soutenu par un bouchon de caoutchouc que traverse ce tube ; le tube horizontal est uni par un caoutchouc épais à l'appareil dans lequel on veut faire le vide et que représente la figure.

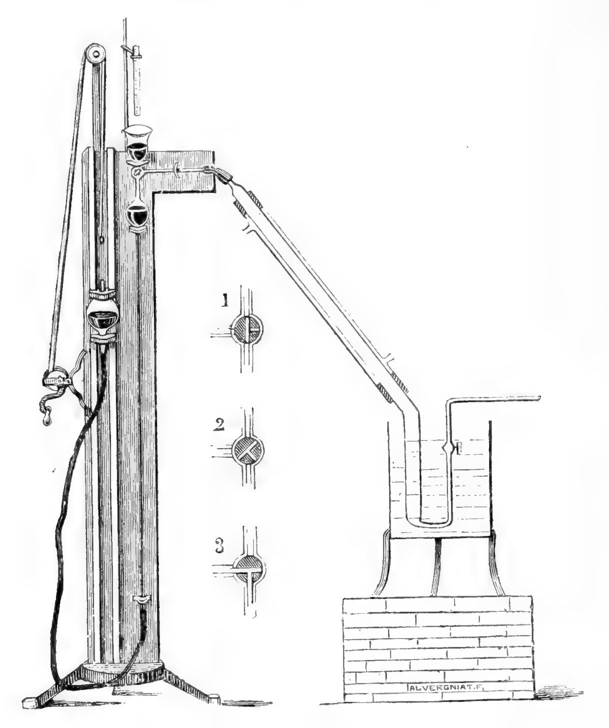


Fig. 1. — Pompe à mercure et appareil servant à l'analyse de l'urée.

A la partie inférieure du tube barométrique, on a fixé un tube de caoutchouc long de 1 mètre environ, dont l'autre extrémité vient s'attacher au fond d'un réservoir qui peut être élevé ou abaissé.

Emploi de la pompe. — Ce réservoir mobile est porté jusqu'à la partie supérieure de la planche support ; on le remplit de mercure après avoir établi, à l'aide du robinet placé dans la position 1, une communication entre la chambre barométrique et le tube vertical qui est son prolongement; métal s'élève au même niveau dans les deux tubes communicants et se déverse dans la petite cuve à mercure. Cela fait, le robinet de verre est tourné de 1/8 de tour, dans la position 2, et les trois tubes que porte l'enveloppe du robinet sont fermés ; le réservoir mobile est abaissé à la partie inférieure de la pompe ; ainsi se répète l'expérience de Torricelli, le mercure descend et laisse la chambre barométrique vide d'air. Un récipient comme celui que

représente la figure, étant fixé au tube horizontal, tournons le robinet dans la position 3, l'air du récipient se répand dans la chambre barométrique, le mercure descend ; ramenons le robinet dans la position 2, élevons le réservoir jusqu'en haut, l'air extrait diminue de volume, se comprime, et le robinet placé dans la position 1 laisse passer les gaz à travers le mercure de la petite cuve.

Par plusieurs manœuvres semblables plus longues à décrire qu'à exécuter, on obtient dans le récipient un vide très-parfait, et si le récipient est légèrement humide, la vapeur d'eau se produit instantanément dans le vide et chasse devant elle les dernières traces d'azote et d'oxygène ; on obtient le vide absolu sauf la vapeur d'eau. Pour recueillir les gaz qu'un liquide introduit dans le récipient dégage dans le vide, on retourne sur la cuve à mercure une cloche pleine de ce métal qui est tenue par un support.

Il est très-commode, avant d'employer la pompe à mercure, d'utiliser comme auxiliaire une machine pneumatique ordinaire ; un tube de caoutchouc à parois épaisses adapté à celle-ci vient se fixer à l'extrémité du tube qui se trouve au centre de la petite cuve à mercure, et par le robinet convenablement tourné on fait d'abord un vide approché dans le récipient et dans la pompe qui sert de manomètre, et ce vide est ensuite rendu complet par deux ou trois mouvements de la pompe.

L'obligation de porter à la main le réservoir mobile à mercure de haut en bas et de bas en haut devient fatigante quand on fait un fréquent usage de la machine. MM. Alvergniat ont ajouté récemment un perfectionnement qui rend la manœuvre beaucoup plus facile et qui est indiqué sur la figure ; le réservoir mobile est fixé sur un petit chariot qui glisse dans une coulisse verticale et se trouve soutenu par un ruban de fil qui s'enroule sur une poulie supérieure et vient s'attacher à une seconde poulie munie d'un cliquet que l'on fait mouvoir à l'aide d'une manivelle. En restant assis devant la pompe, on fait alors monter le réservoir à mercure à l'aide de la manivelle, et on le fait descendre par son poids en soulevant le cliquet.

Fermetures hydrauliques. — La première condition que doit remplir la pompe à mercure, c'est que le robinet de verre garde parfaitement le vide et ne laisse rentrer l'air dans aucun cas ; cette condition est satisfaite quand le robinet est convenablement graissé et que le corps gras ne présente pas de stries, mais lorsque l'on fait le vide au-dessus de liquides chauffés, il arrive rapidement que le corps gras qui enduit le robinet devient trop fluide, qu'il est chassé par la pression exercée sur la clef et le robinet ne garde plus. Pour remédier à ce grave inconvénient, M. Gréhant fait construire et adapter autour du robinet un manchon de caoutchouc qui est constamment rempli d'eau, et c'est au travers du caoutchouc qui présente de la souplesse que l'on fait mouvoir la clef du robinet. Cette fermeture hydraulique est indispensable et donne une si grande sécurité que la pompe à mercure garde le vide indéfiniment dans tous les cas, quand même il y aurait longtemps que le graissage n'aurait pas été renouvelé. Dans les appareils qu'on adapte à la

pompe à mercure, toutes les fois que des tubes de verre sont réunis par du caoutchouc, on a toujours soin d'envelopper complétement d'eau les points de réunion, ainsi le vide une fois fait dans les appareils se garde indéfiniment.

Appareil à réaction. — La décomposition de l'urée par l'acide azoteux ou son analyse se fait dans un appareil spécial uni à la pompe à mercure. Cet appareil est un tube de verre d'un diamètre de 2 centimètres environ, long de près de 1 mètre, présentant une courbure à angle obtus, dont l'une des branches plus courte est verticale, tandis que l'autre branche plus longue est inclinée sur l'horizon; l'extrémité de celle-ci est effilée et fixée à la pompe à mercure par un tube de caoutchouc entouré d'un manchon plein d'eau. A l'extrémité inférieure de la branche verticale, on a soudé un long tube de verre étroit qui s'élève d'abord parallèlement au gros tube, puis se recourbe plusieurs fois et présente à peu près la forme d'une M; ce tube offre en son milieu un robinet de verre que l'on maintient plongé dans un vase plein d'eau froide; la branche verticale du tube à réaction est immergée dans un vase cylindrique de métal rempli d'eau bouillante.

DOSAGE DE LA SOLUTION AQUEUSE D'URÉE.

Pour montrer l'exactitude sur laquelle on peut compter dans le dosage de l'urée, M. Gréhant prend le résultat d'une analyse faite sur une solution contenant 1 milligramme d'urée par centimètre cube d'eau, solution à 1 millième, qui renferme plus d'urée que le sang normal des mammifères.

Dans l'appareil à réaction vidé d'air, il fait arriver par aspiration 30 centimètres cubes de cette solution renfermant 50 milligrammes d'urée, puis faisant manœuvrer la pompe à mercure sur le liquide chauffé au bain d'eau bouillante, il obtient rapidement le vide absolu. Le bain d'eau chaude est retiré et par aspiration il fait pénétrer le réactif de Millon; des gaz se produisent; quelques minutes après il replace le bain d'eau bouillante et il recueille dans trois cloches placées successivement :

	Acide carbonique. cc	Azote. cc
Première cloche.........	13,2	13,5
Deuxième cloche.........	5,0	5,0
Troisième cloche........	2,3	2,5
	20,5	21,0

Les deux gaz, acide carbonique et azote, sont toujours mélangés d'une certaine quantité de bioxyde d'azote; on absorbe l'acide carbonique sur le mercure par la potasse, le bioxyde d'azote sur l'eau par l'agitation avec le sulfate de protoxyde de fer en cristaux, l'azote reste.

On voit que, dans l'analyse précédente, les volumes des deux gaz sont restés égaux dans chacune des cloches.

Calcul de l'analyse. — Suivons les calculs simples qui permettent d'obtenir le poids d'urée que contenait le liquide donné. $20^{cc},5$ d'acide carbonique saturés de vapeur d'eau ont été recueillis et mesurés à la température de 11°,5 et à la pression de $743^{mm},7$; quel volume occuperaient-ils secs à 0 degré et à la pression de 760 millimètres?

$$\text{Vol.} = \frac{20,5\,(743,7 - 10,1)}{(1 + 11,5\alpha)760} = 19 \text{ centimètres cubes.}$$

$10^{mm},1$ est la tension maximum de la vapeur d'eau à la température de 11°,5; $\alpha = 0,00367$ est le coefficient de dilatation cubique des gaz.

En prenant la formule de l'urée, $C^2H^4Az^2O^2$, on trouve que 60 milligrammes d'urée donnent $22^{cc},36$ d'acide carbonique pur ou d'azote pur à 0 degré et à la pression de 760 millimètres, ou bien que 1 centimètre cube de l'un ou de l'autre gaz dans ces conditions représente $2^{mmg},683$ d'urée pure; par suite, 19 centimètres cubes de gaz représentent $19 \times 2,683$ ou 51 milligrammes d'urée; nous trouvons donc que le liquide donné renfermait ce poids d'urée au lieu de 50 milligrammes que nous avions mis; on ne peut espérer un résultat d'analyse plus parfait.

Dans la pratique, les calculs de correction des volumes gazeux sont facilités par l'emploi des tables de calculs qui se trouvent à la fin du volume intitulé : *Méthodes gazométriques, par M. R. Bunsen,* où l'on trouve une table des valeurs de $(1 + \alpha t)$ et la table des tensions de la vapeur d'eau de M. Regnault. Lorsque l'on a fait une série d'analyses dans la même journée, à une même température et à une même pression, on calcule le facteur par lequel il faut multiplier tous les volumes gazeux, recueillis pour les ramener aux conditions normales à 0 degré et à 760 millimètres de pression.

Il est utile aussi de construire la table des produits partiels du nombre 2683 par les neuf chiffres pour convertir les volumes gazeux corrigés en poids d'urée.

Dosage de l'urée dans l'urine. — L'application du procédé de M. Gréhant au dosage de l'urée dans l'urine est tout à fait rigoureuse, seulement comme l'urine des carnassiers contient beaucoup d'urée, il est bon de l'étendre d'eau et d'opérer sur un volume de liquide qui ne donne pas un volume gazeux par trop considérable.

Lorsque l'urine est acide il suffit, avant de faire agir le réactif, de chasser par le vide les gaz simplement dissous dans le liquide.

Lorsque l'urine est alcaline comme celle du lapin nourri de légumes, il est nécessaire de chasser d'abord l'acide carbonique combiné à l'aide d'une petite quantité d'acide azotique étendu, et cela se fait dans l'appareil, ce qui permet de doser si cela est nécessaire la quantité de cet acide carbonique combiné. On fait ensuite pénétrer le réactif de Millon et l'on obtient une égalité parfaite entre les volumes d'azote et d'acide carbonique qui proviennent de l'urée.

DOSAGE DE L'URÉE CONTENUE DANS LE SANG.

Un grand nombre de recherches sur l'élimination et la formation de l'urée ne peuvent se résoudre qu'à la condition de doser l'urée dans le sang, et l'auteur s'est efforcé de rendre ce dosage aussi parfait que possible. Il faut d'abord faire un extrait alcoolique du sang; on introduit dans le vaisseau, artère ou veine, une canule de verre, munie d'un tube de caoutchouc pressé par une pince. Une seringue de verre est unie à ce tube de caoutchouc. Lorsque l'on veut recueillir le sang en un certain temps, en une minute par exemple, on tire peu à peu et progressivement le piston pour remplir le corps de pompe complétement dans le temps donné. Le sang aspiré est chassé dans un flacon à l'émeri, à large col, pesé à l'avance, et agité dans ce flacon assez longtemps pour que la fibrine se sépare, et qu'il n'y ait point coagulation; puis on ajoute au sang le double de son poids d'alcool à 90 degrés; après agitation, on abandonne le mélange jusqu'au lendemain pour que l'alcool coagule complétement l'albumine contenue dans le sérum et celle que contiennent les globules. Le lendemain, la bouillie contenue dans le flacon est soumise à la presse.

Expression du sang. — Pour soumettre plus rapidement à l'expression un certain nombre d'échantillons de sang coagulé par l'alcool, M. Gréhant s'est procuré plusieurs formes de bois doublé de métal, sur un modèle que M. Cl. Bernard a fait construire, et qui est très-utile. Dans une pièce de bois, on a creusé une cavité de forme rectangulaire dont le fond est plan, dans laquelle est enchâssé un vase métallique de cuivre étamé de même forme, présentant un bec pour l'écoulement des liquides. Une seconde pièce de bois, recouverte également de cuivre étamé, offre en relief exactement la même forme que la première présente en creux, et entre exactement dans celle-ci. Toutes ces pièces sont mobiles. On étend d'abord sur chaque forme creuse, placée sur un banc légèrement incliné, un linge de calicot mouillé d'alcool, et dont les bords sont relevés (le calicot est préférable à la toile qui offre moins de souplesse). Les bouillies du sang sont versées sur les linges, et l'on reçoit d'abord dans des capsules de porcelaine le liquide qui met un certain temps à s'écouler; lorsque l'égouttage est achevé, le linge est replié, de manière que les bords se recouvrent, et donnent un paquet fermé; puis appliquant la forme en relief, on soumet à la presse, et l'on obtient un liquide complétement incolore, et un tourteau coloré retenant toute l'hémoglobine, l'albumine et la fibrine coagulées. Le poids du sang employé est-il égal à 28 grammes, le tourteau pèse environ 12 grammes. Ce tourteau se détache très-bien du linge; on le pulvérise facilement dans un mortier de fer; la poudre obtenue est broyée avec un poids d'alcool égal au poids primitif du sang, soit 28 grammes d'alcool, avec lequel on a d'abord lavé le flacon qui contenait le sang; un second égouttage et une seconde expression dans le même linge donnent une nouvelle quantité de liquide incolore.

Évaporation des extraits alcooliques du sang. — Les extraits alcooliques peuvent être évaporés sur le bain d'eau bouillante ; mais M. Gréhant a trouvé plus commode de faire l'évaporation dans une étuve spéciale qui, fonctionnant sans qu'il y ait besoin de surveillance, permet de faire évaporer les liquides pendant la nuit, et de trouver le lendemain, lorsque l'on revient au laboratoire, les résidus secs ; on gagne ainsi beaucoup de temps.

L'étuve dont il se sert est construite comme celle de Gay-Lussac, dont elle diffère seulement en quelques points ; elle est portée sur des pieds creux formés de tubes cylindriques, percés chacun d'une ouverture à la partie inférieure, et s'ouvrant aux quatre coins de la chambre à air ; la partie supérieure de l'étuve est fermée par un couvercle soudé, qui présente plusieurs tubulures permettant de verser l'eau entre les parois, d'introduire un thermomètre ; puis un dôme soudé est surmonté d'un tuyau de poêle assez long. On place dans la chambre à air un support de fil de fer à grosses mailles, qui offre plusieurs étages sur lesquels se disposent à diverses hauteurs les capsules contenant les liquides à évaporer.

Avec un bec de gaz allumé, on chauffe l'eau jusqu'à 95 degrés environ, et il est facile de maintenir à peu près cette température ; l'atmosphère intérieure s'échauffe, et il s'établit à travers l'étuve un tirage assez énergique d'air qui, passant par les pieds creux, vient enlever les vapeurs à mesure qu'elles se forment, et active beaucoup l'évaporation.

Le grand avantage de cette étuve, à laquelle il a fait donner 40 centimètres de côté, c'est qu'on peut faire évaporer à la fois plus de dix liquides différents, et qu'on n'a plus à se préoccuper des évaporations qui se font d'une manière continue, sans que jamais on ait à craindre que les résidus soient brûlés, comme cela peut arriver sur le bain de sable.

Il peut être nécessaire d'évaporer les liquides extraits de l'organisme à une température déterminée inférieure, par exemple à 70 degrés ; on y arrive à l'aide d'un régulateur de température, qui laisse passer seulement la quantité de gaz nécessaire pour maintenir l'eau à 70 degrés. M. Gréhant a décrit un de ces régulateurs, page 138 de son *Manuel de physique médicale.*

L'extrait alcoolique desséché de 25 grammes de sang, qui suffisent pour une analyse exacte de l'urée, est très-peu abondant ; il est de couleur blanc jaunâtre, ne contient pas d'hémoglobine qui reste entièrement dans le tourteau, mais renferme de l'urée, des sels, et une petite quantité de matières albuminoïdes. On redissout dans l'eau le résidu sec ; la solution aspirée par l'appareil à réaction vide, et soumise au réactif, donne les volumes égaux d'azote et d'acide carbonique, comme on le reconnaît par l'exemple suivant :

25 grammes de sang de la carotide du chien ont donné par le réactif dans le vide absolu exactement $5^{cc},9$ d'acide carbonique et $5^{cc},9$ d'azote, après l'absorption du bioxyde d'azote par le sulfate de protoxyde de fer.

L'extrait alcoolique contient-il toute l'urée du sang ? — M. Gréhant s'est demandé si l'alcool employé, comme on l'a dit plus haut, est capable d'en-

lever au sang toute l'urée qu'il contient. Pour répondre à cette question, il a réservé les tourteaux provenant de six échantillons différents de sang dont chacun pesait 28 grammes; chaque tourteau pesait 12 grammes. Or, en broyant de nouveau avec l'alcool les six tourteaux qui pesaient 72 grammes, il en a fait un nouvel extrait alcoolique dont le résidu renfermait seulement 5 milligrammes d'urée; il n'était pas resté dans chaque tourteau 1 milligramme de cette substance; ainsi l'alcool enlève au sang toute l'urée.

Ayant obtenu un procédé de dosage de l'urée dans le sang, qui offre toute certitude et une grande sensibilité, il a repris tout d'abord les expériences comparatives de la néphrotomie et de la ligature des uretères, dont les résultats ont apporté des doutes sur les fonctions des reins.

NÉPHROTOMIE.

Il a semblé tout à fait inutile à l'auteur de reprendre les expériences de néphrotomie au point de vue de l'accumulation de l'urée dans le sang le deuxième, le troisième jour après l'opération; cette accumulation a été démontrée complétement et d'une manière irréfutable par MM. Prévost et Dumas, et par les expériences confirmatives de M. Cl. Bernard.

Il s'est attaché uniquement à la recherche de l'urée dans le sang, dès les premières heures qui suivent l'ablation des reins, pour reconnaître si l'accumulation de cette substance dans le sang est primitive ou consécutive; les expériences suivantes m'ont permis de résoudre la question :

Exp. I. — Un chien, du poids de 20 kilogrammes, à jeun depuis deux jours, est soumis à l'anesthésie par le chloroforme. On ouvre une artériole provenant de la fémorale pour recueillir 28 grammes de sang artériel sans arrêter ou ralentir la circulation dans le membre. Pendant l'anesthésie, on enlève successivement par des plaies lombaires le rein gauche et le rein droit; l'opération a lieu sans hémorrhagie et autant que possible sans lésion du péritoine.

Trois heures après la néphrotomie on prend un deuxième échantillon de sang; le lendemain, vingt-sept heures après, un troisième échantillon.

En ramenant les poids d'urée trouvés dans ces différents sangs, à ce que 100 grammes auraient contenu, on a obtenu les résultats suivants :

100 grammes de sang contenaient :

	gr	
Avant la néphrotomie...	0,026	d'urée.
3 heures après.........	0,045	—
27 —	0,206	—

Ainsi trois heures après l'ablation des reins l'accumulation de l'urée dans le sang est déjà manifeste; vingt-sept heures après cette opération, le sang contient près de dix fois autant d'urée que le sang normal.

Exp. II. — Un chien à jeun, du poids de $13^k,2$, anesthésié, est soumis aux mêmes opérations ; on recueille quatre échantillons de sang :

100 *grammes de sang artériel contenaient :*

	gr	
Avant la néphrotomie.............	0,0880	d'urée.
3 heures 40 minutes après.......	0,0932	—
21 heures 20 minutes après.......	0,2518	—
27 heures après.................	0,2760	—

Exp. III. — Un chien en digestion est anesthesié par le chloroforme : on prend dans la fémorale droite 42 grammes de sang, puis on lie ce vaisseau et les deux reins sont enlevés successivement sans lésion du péritoine ; quatre heures quarante-cinq minutes après la néphrotomie, on recueille dans l'artère un nouveau poids de sang égal à 42 grammes ; le lendemain, vingt et une heures après l'opération, l'animal est mort ; on prend dans le cœur 50 grammes de sang qui est défibriné et traité par l'alcool.

A l'autopsie, on a trouvé une inflammation étendue des plaies et du tissu cellulaire sous-péritonéal et un épanchement de sérosité rougeâtre dans la cavité de la séreuse, une très-petite quantité de liquide dans l'estomac.

100 *grammes de sang artériel contenaient :*

	gr	
Avant la néphrotomie...........	0,074	d'urée.
4 heures 45 minutes après.....	0,106	—
21 heures après...............	0,157	—

Remarque. — Ainsi M. Gréhant a toujours trouvé, en opérant, comme on l'a dit, que l'urée s'accumule dans le sang aussitôt après la néphrotomie, et dans ses expériences, les animaux n'ont pas conservé cette vigueur qui est nécessaire comme M. Claude Bernard l'a démontré, pour qu'une excrétion supplémentaire ait lieu par les voies digestives, sous forme de sels ammoniacaux et cause dans le sang une diminution du chiffre de l'urée.

Ce qu'il y a de remarquable aussi, c'est que la marche de l'accumulation de l'urée dans le sang reste continue et proportionnelle au temps, comme le montrera un tableau de construction des résultats exposés plus loin ; ainsi l'urée continue à se former sans aucune interruption, quel que soit l'état de faiblesse des animaux.

La quantité d'urée qui s'accumule dans le sang après la néphrotomie est égale à celle que les reins auraient excrétée. — Pour démontrer cette proposition, il est nécessaire de connaître la quantité de sang que possède un animal, la quantité d'urée qu'il excrète en vingt-quatre heures, de soumettre cet animal à la néphrotomie et de rechercher le poids d'urée dans le sang normal et dans le sang recueilli vingt-quatre heures après la néphrotomie.

Le poids de sang que possède un chien est, d'après M. Valentin, égal à

un cinquième du poids du corps; le procédé employé par ce physiologiste pour déterminer ce nombre consiste à pratiquer une saignée chez un animal, puis à injecter dans le sang un volume d'eau connu et à répéter la saignée quelque temps après. Après avoir déterminé le contenu en eau des deux quantités de sang, on calcule facilement le poids total du sang. Ce procédé qui est soumis à de légères causes d'erreur à cause de l'élimination de l'eau par les reins et par d'autres voies, fait connaître avec le poids du sang le poids de la lymphe, puisque l'eau passe à travers les parois des capillaires dans l'origine des lymphatiques.

Comme la lymphe, ainsi que M. Würtz l'a démontré, contient de l'urée (M. Gréhant a trouvé dans 45 grammes d'un mélange de chyle et de lymphe obtenu chez le chien par le canal thoracique à peu près autant d'urée que dans le sang artériel), en prenant le nombre de M. Valentin qui indique que le poids du sang est un cinquième de celui du corps, il comprend dans ce poids celui de la lymphe et il se rapproche davantage de la vérité en calculant avec ce chiffre le poids total d'urée contenu dans l'organisme en dehors de l'appareil urinaire.

MM. Bischoff et Voit ont pubié un travail important sur les poids d'urée excrétée chaque jour par des chiens soumis au jeûne après une alimentation déterminée; il emprunte à leurs résultats le chiffre du poids d'urée excrétée en vingt-quatre heures par un chien soumis au jeûne; un chien du poids de 38 kilogrammes excrétait, en vingt-quatre heures, $12^{gr},6$ d'urée : un chien à jeun, du poids de 20 kilogrammes, aurait excrété dans le même temps $6^{gr},6$ en vingt-quatre heures, et en vingt-sept heures $6^{gr},6 \times \frac{27}{24} = 7^{gr},4$ d'urée; c'est le poids d'urée que le chien sujet de l'expérience n° 1 excrétait en vingt-sept heures avant la néphrotomie. Le sang normal immédiatement avant l'opération contenait, sur 100 grammes, $0^{gr},026$ d'urée; le poids total du sang et de la lymphe égal à un cinquième de 20 kilogrammes ou à 4 kilogrammes, renfermait quarante fois plus d'urée ou $1^{gr},04$.

Vingt-sept heures après la néphrotomie, 100 grammes de sang contenaient $0^{gr},206$ d'urée, et le poids total du sang et de la lymphe renfermait $40 \times 0^{gr},206$ ou $8^{gr},24$ d'urée; le poids de cette substance qui s'est accumulée dans le sang est donc $8^{gr},24 - 1^{gr},04$ ou $7^{gr},20$; or, d'après MM. Bischoff et Voit, l'animal à jeun excrétait dans le même temps $7^{gr},40$; on ne pouvait espérer un accord plus parfait.

L'importance de ce résultat est évidente : Partons de ce principe que le poids d'urée excrété par un animal, en un certain temps, est égal au poids d'urée qui se forme dans l'organisme, dans le même temps (que ce soit dans les reins ou en dehors) ; nous trouvons que toute l'urée formée, puis excrétée par l'animal sain est accumulée dans le sang de l'animal privé de reins, donc ces organes ne prennent aucune part à la formation de l'urée et l'excrètent simplement.

Ainsi la néphrotomie seule permet de juger la question de la fonction

des reins, mais M. Gréhant a aussi étudié les effets de la ligature des uretères.

LIGATURE DES URETÈRES. — COMPARAISON ENTRE CETTE OPÉRATION ET LA NÉPHROTOMIE.

Expérience. — Sur un chien à jeun, du poids de 24 kilogrammes, anesthésié par le chloroforme, on prend du sang de la fémorale, puis par une incision à la partie inférieure de la ligne blanche on atteint la vessie; les uretères sont liés un peu au-dessus de leur abouchement dans la vessie; le lendemain, dix-neuf heures après l'opération, on prend du sang de nouveau :

100 grammes de sang, avant la ligature des uretères, contenaient. . 0gr,063 d'urée.
— 19 heures après l'opération, contenaient. . 0gr,171 —

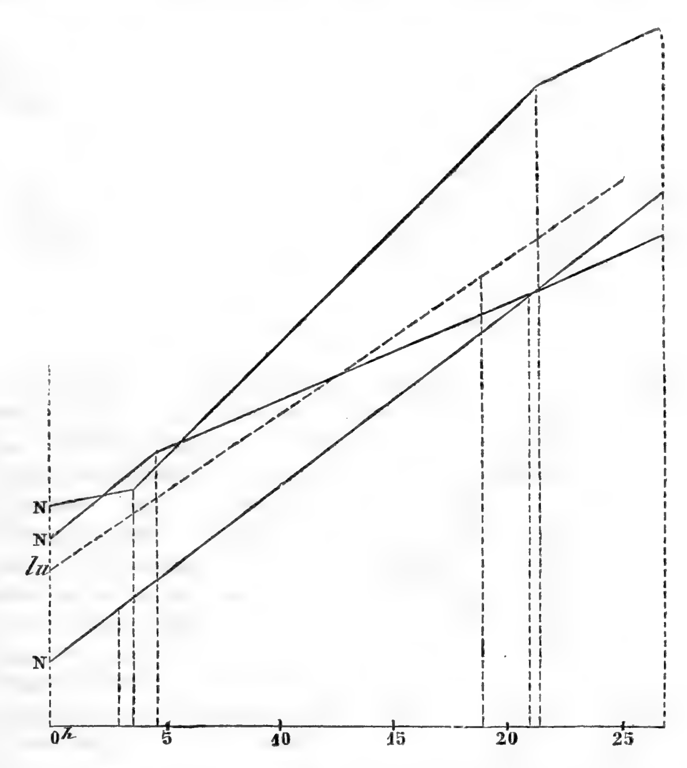


Fig. 2. — Construction des résultats indiquant les quantités d'urée qui se trouvent dans 100 grammes de sang artériel dans les heures qui suivent la néphrotomie (lignes pleines, N) et la ligature des uretères (ligne ponctuée, *lu*). Les temps en heures sont marqués sur la ligne des abscisses. Les poids d'urée en milligrammes sont indiqués par les ordonnées. (1 millimètre de hauteur représente 2 milligrammes.)

Une autre opération faite dans les mêmes conditions a donné des résultats semblables. Pour bien établir la comparaison entre la ligature des uretères et la néphrotomie, il est utile de représenter les résultats par des courbes. Sur la ligne des abscisses sont prises des longueurs égales qui représentent les heures, sur les ordonnées des longueurs représentant les poids d'urée en milligrammes contenus dans 100 grammes de sang.

La ligne qui représente l'augmentation de l'urée dans le sang après la ligature des uretères déterminée seulement par deux points est pointillée, tandis que les trois autres lignes pleines déterminées par trois ou quatre points représentent l'accumulation de l'urée dans le sang, après la néphrotomie ; ces lignes s'éloignent peu de la ligne droite et suivent la même direction que la ligne de ligature des uretères ; il résulte de cette comparaison que les résultats de la néphrotomie sont identiques avec ceux qui suivent la ligature des uretères, l'accumulation de l'urée dans le sang a lieu de la même manière après chaque opération.

Suites de la ligature des uretères. — L'expérience ayant montré que l'urée s'accumule dans le sang en égale quantité dès les premières heures qui suivent la néphrotomie ou la ligature des uretères, l'auteur s'est demandé si cette dernière opération diffère en réalité de la première.

Exp. I. — Sur une chienne du poids de 9 kilogr. 7 gr., anesthésiée, la ligature de l'uretère gauche fut pratiquée par une plaie lombaire, sans lésion du péritoine, trois ligatures furent placées sur le canal. Dans ces conditions, le rein droit fonctionnait comme à l'état normal et suffisait pour éliminer l'urée.

Le lendemain de l'opération, l'animal, après avoir mangé, a vomi ses aliments.

Le surlendemain, quarante-huit heures après la ligature, l'animal fut anesthésié de nouveau par le chloroforme, l'abdomen fut ouvert sur la ligne blanche ; dans la veine rénale gauche qui était noire on ne put avoir de sang, tandis qu'une hémorrhagie abondante de sang rouge eut lieu aussitôt que la veine rénale droite fut piquée. L'uretère gauche était dilaté et rempli de liquide ; en le comprimant de haut en bas, le liquide ne s'échappa point, ce qui montra que les ligatures appliquées sur l'uretère tenaient encore ; deux nouvelles ligatures furent appliquées sur le canal, entre elles on fit une petite incision pour introduire puis fixer une canule de verre communiquant avec un petit manomètre à mercure ; dès que la ligature placée du côté du rein fut enlevée, le mercure s'éleva et se maintint dans le manomètre à 14 millimètres ; déjà M. Löbell et M. Max Hermann ont mesuré cette pression dans l'uretère lié et l'ont trouvée égale chez le chien à 7 ou 10 millimètres de mercure.

Le rein gauche du côté lié était congestionné et pesait 49 grammes, tandis que le rein du côté droit, qui fonctionnait pour les deux, pesait 35 grammes.

Cette expérience démontre que consécutivement à la ligature de l'uretère, la circulation s'arrête dans le rein ; ce résultat se conçoit facilement, l'urine

continue à être excrétée après la ligature de l'uretère et distend ce canal, mais bientôt la pression augmente dans le bassinet et dans les canalicules urinifères; ceux-ci compriment les capillaires et les rameaux d'origine de la veine rénale qui les entourent et apportent un obstacle au cours du sang.

Exp. II. — Une petite chienne terrière fut soumise à la ligature de l'uretère gauche; l'opération fut faite au voisinage de la vessie dans la cavité péritonéale. Les suites de l'opération furent simples et l'animal guérit et mangeait bien; cependant il devint maigre et ses urines étaient purulentes. Un mois après, l'animal fut anesthésié, l'abdomen fut ouvert et l'on trouva l'uretère gauche non dilaté et rempli de pus; en pressant sur l'uretère de haut en bas, on fit passer ce liquide dans la vessie; par un tissu cicatriciel enveloppant les deux bouts de l'uretère, autrefois liés, une communication directe s'était rétablie, et le pus provenant du rein gauche s'écoulait dans la vessie, où il se mélangeait à l'urine normale venant du rein droit. En examinant le rein gauche, on trouva le bassinet rempli de pus qui s'écoula dans l'uretère par quelques pressions, la substance tubuleuse du rein était détruite en grande partie, il y avait atrophie progressive de l'organe; il serait intéressant de reprendre cette expérience et de voir si l'on peut obtenir la disparition complète ou presque complète du rein, mais c'est là une question de physiologie pathologique qui demande des recherches ultérieures. Ce qu'il y a de certain, c'est que la ligature des uretères est suivie d'une diminution ou d'un arrêt de la circulation dans cet organe, qui cesse de remplir ses fonctions normales, d'où je conclus que la ligature de l'uretère ou la néphrotomie, au point de vue de l'élimination de l'urée, sont deux opérations identiques; ainsi se trouve contredite de nouveau l'opinion de M. Zalesky que le rein consécutivement à la ligature de l'uretère continue à former l'urée, comme dans l'état normal, et la fait passer par la veine rénale dans le sang où elle s'accumule; mais je vais démontrer par de nouvelles preuves que cette opinion ne peut plus être soutenue.

EXAMEN DU SANG DE L'ARTÈRE ET DE LA VEINE RÉNALE.

Bilan de l'excrétion urinaire. — L'urée étant simplement éliminée par le rein, on conçoit la possibilité d'une expérience semblable à celle que M. Cl. Bernard a faite sur la glande sous-maxillaire et qui a démontré que le sang artériel, en passant dans la glande, perd un poids d'eau que le sang veineux contient en moins et qui est précisément égal au poids d'eau que renferme la salive. Pour imiter sur le rein cette expérience, il faut recueillir à l'aide d'une fistule de l'uretère l'urine excrétée en un certain temps, puis prendre dans la veine rénale, et ensuite dans l'artère rénale, le sang qui s'écoule dans ces vaisseaux pendant le même temps; on doit trouver que le poids d'urée excrétée par l'urine est égal au poids d'urée que le sang artériel contient en plus que le sang veineux.

Pour établir une fistule de l'uretère il n'y a aucune difficulté; il suffit de

pénétrer par une incision dans la région lombaire et l'on trouve l'uretère en dehors du péritoine pariétal, contre lequel il est appliqué. M. Gréhant a pratiqué plusieurs fois cette opération, et ayant placé un tube dans l'uretère isolé, il a reçu l'urine qui s'écoulait de cinq en cinq minutes dans des tubes différents. Une certaine irrégularité dans l'excrétion s'est montrée, mais bientôt il s'est convaincu que cela tenait à ce que l'urine s'accumulait plus ou moins dans le bassinet qui, à un certain degré, fonctionne pour l'uretère comme la vessie pour l'urèthre; en effet, ayant introduit dans l'uretère une sonde flexible jusque dans le bassinet, il a obtenu un écoulement d'urine continu et régulier.

Ce qui est plus difficile, c'est de prendre du sang dans la veine rénale et dans l'artère dans de bonnes conditions.

Pour recueillir du sang de la veine rénale, M. Gréhant a fait usage du procédé suivant : on pratique à droite dans la région des lombes la néphrotomie ; avant d'enlever le rein droit, on place un lien le plus près possible de l'organe pour oblitérer l'uretère et les vaisseaux, puis, le rein étant excisé, on attire à soi les fils et l'on recherche dans le pédicule l'artère et la veine rénale droite. Une sonde à ouverture terminale, introduite par la veine rénale droite, est enfoncée à travers la veine cave inférieure jusque dans la veine rénale gauche dont l'ouverture est située vis-à-vis ; une seringue fixée à la sonde sert à produire l'aspiration du sang dans ce vaisseau. Il a obtenu ainsi, en deux minutes, par une manœuvre graduée de la seringue, 30 gr. de sang veineux rénal qui s'est coagulé rapidement et qu'il a placé dans un flacon avec 60 grammes d'alcool ; le flacon est agité vivement.

Par l'artère rénale droite il prend du sang dans l'aorte, au niveau de l'artère rénale gauche, en aspirant à l'aide de la seringue.

La recherche de l'urée dans les deux espèces de sang a montré que :

100 grammes de sang veineux rénal contenaient. $0^{gr},041$ d'urée.
100 grammes de sang artériel rénal contenaient. $0^{gr},052$ —

En supposant qu'on n'a pas changé le rhythme de la circulation rénale, que dans l'état normal la veine, comme l'artère, laisse passer en deux minutes 30 grammes de sang, il faut 6 minutes 40 secondes pour que la veine laisse passer 100 grammes de sang et pour que le rein excrète $0^{gr},052 - 0,041 = 0^{gr},011$ d'urée, ce qui ferait en vingt-quatre heures 216 fois plus ou $2^{gr},376$, et pour les deux reins le double ou $4^{gr},752$, à peu près le poids qu'un chien à jeun du poids de 10 kilogrammes peut excréter.

Si, au lieu de prendre du sang dans la veine rénale par le procédé susindiqué, on ouvre largement l'abdomen sur la ligne blanche, puis écartant le paquet intestinal, si l'on déchire le péritoine pariétal pour mettre à nu les vaisseaux rénaux du côté gauche (qui sont plus longs), on peut dans ces conditions prendre du sang dans la veine rénale. Deux liens sont appliqués sur ce vaisseau; entre les ligatures la veine est incisée, un tube est

introduit et fixé, puis la ligature placée vers le rein est déliée, le sang qui s'écoule est tout à fait noir; on l'aspire avec une seringue. En opérant ainsi, M. Gréhant a trouvé dans plusieurs expériences que le sang veineux renferme environ la moitié du poids d'urée que contient le sang artériel, il est donc arrivé aux mêmes résultats que M. Picard.

Plusieurs physiologistes ont cependant affirmé que le sang veineux rénal renferme autant d'urée que le sang artériel; il est facile d'expliquer la contradiction qui existe sur ce point important. Par le procédé qu'il a indiqué, en apportant un faible obstacle à la circulation rénale, il a trouvé petite la différence entre la composition du sang artériel rénal et du sang veineux, quant à l'urée, et cette petite différence rend compte cependant du poids d'urée excrété; dans les conditions tout à fait normales, lorsque le sang veineux rénal est tout à fait rouge et présente, comme M. Cl. Bernard l'a démontré le premier, la même couleur que le sang artériel, il est certain qu'il y a encore une moindre différence entre la quantité d'urée contenue dans la veine et celle que renferme l'artère, et si l'on ouvrait largement la veine pour recueillir le sang rouge qui s'écoule, une analyse chimique qui ne serait pas très-délicate pourrait bien ne pas montrer la différence de composition qui existe entre les deux espèces de sang.

En d'autres termes, si nous admettons que la vitesse du cours du sang dans le rein est double de celle que nous avions lorsque le sang a été recueilli dans la veine rénale, pour un même poids d'urée excrétée, il aurait suffi que la différence entre la composition de 100 grammes de sang veineux et 100 grammes de sang artériel, soit 5 milligrammes et demi au lieu de 11 milligrammes.

Pour établir le bilan de la sécrétion urinaire d'une manière exacte, il faudrait employer l'appareil si ingénieux de M. Ludwig, le compteur du courant sanguin, avec lequel M. Dogiel a fait des expériences nombreuses et instructives. Il faudrait, avec cet appareil, recueillir et mesurer le volume de sang que laisse passer l'artère rénale en un temps donné, recueillir un égal volume de sang que laisse passer la veine dans le même temps, puis la quantité d'urine excrétée par une fistule de l'uretère; enfin, soumettant à l'analyse chimique les liquides obtenus, il faudrait reconnaître que l'urée excrétée se trouve égale à celle qu'a perdue le sang artériel. Il est évident que la réalisation de l'expérience est très-difficile, mais, sans l'essayer, nous arrivons néanmoins par l'étude de la circulation rénale à établir de nouvelles preuves en faveur de l'élimination pure et simple de l'urée par les reins. Une dernière expérience va contredire encore l'opinion de la formation de l'urée par les reins.

Ligature des uretères. Recherche de l'urée dans le sang artériel et dans le sang veineux du rein, le lendemain de l'opération. — Si l'urée qui s'accumule dans le sang après la ligature des uretères était formée par les reins, il en résulterait nécessairement qu'après cette opération le sang veineux rénal renfermerait plus d'urée que le sang artériel; M. Gréhant a cherché par l'expérience s'il en est ainsi.

EXPÉRIENCE. — Chez un chien chloroformé à jeun, on lie les uretères par des plaies lombaires à 4 ou 5 centimètres au-dessous des reins. Le lendemain, vingt-trois heures après cette opération, on donne de nouveau à l'animal du chloroforme jusqu'à l'anesthésie; l'abdomen est incisé sur la ligne médiane, la veine rénale gauche est mise à nu et, à l'aide d'une seringue, on aspire en trois minutes un poids de sang veineux rénal égal à 27 grammes; on remarque que déjà le sang vient par la veine beaucoup moins vite que dans l'état normal; puis on prend dans l'artère fémorale du sang artériel en une minute; on traite immédiatement les deux échantillons de sang par l'alcool. L'animal est sacrifié. A l'autopsie, les reins sont congestionnés, les uretères sont bien liés, et en les pressant du rein vers les ligatures ils restent distendus, ce qui prouve que les ligatures ont bien gardé.

L'analyse chimique a donné pour l'extrait aqueux de chaque sang exactement les mêmes volumes gazeux :

100 grammes de sang artériel renfermaient......	0gr,157 d'urée.
100 grammes de sang veineux rénal renfermaient.	0gr,157 —

Ainsi consécutivement à la ligature des uretères, le sang qui sort du rein contient exactement la même quantité d'urée que celui qui entre dans cet organe, il est donc certain que l'urée ne se forme pas dans le rein, mais continue à se former dans d'autres parties de l'organisme.

En résumé : 1° Le dosage de l'urée par le procédé de Millon est rendu plus complet et plus exact par l'usage de la pompe à mercure, qui permet de recueillir les volumes égaux d'azote et d'acide carbonique qui résultent de la décomposition de l'urée par l'acide azoteux.

2° Un centimètre cube d'azote et d'acide carbonique à 0 degré et sous la pression de 760mm représente exactement 2mmgr,683 d'urée pure.

3° Pour doser l'urée dans le sang, il faut faire un extrait alcoolique de ce liquide et redissoudre dans l'eau le produit de l'évaporation de cet extrait.

4° 25 grammes de sang suffisent pour un dosage exact, et le tourteau après l'expression ne contient plus d'urée.

5° Aussitôt après la néphrotomie, chez le chien à jeun, l'urée commence à s'accumuler dans le sang, et cette accumulation est déjà manifeste trois heures après l'opération.

6° L'accroissement du poids de l'urée dans le sang et dans la lymphe, vingt-quatre heures après la néphrotomie, est égal au poids de cette substance que l'animal sain, à jeun, aurait excrété en vingt-quatre heures.

7° L'accumulation de l'urée dans le sang, dans les heures qui suivent l'ablation des reins, suit la même marche qu'après la ligature des uretères; les lignes qui représentent les résultats des deux opérations s'élèvent au-dessus de l'horizontale et restent sensiblement parallèles.

8° Après la ligature d'un seul uretère, la circulation du sang diminue dans le rein du côté lié, et quarante-huit heures après l'opération je n'ai pu obtenir de sang dans la veine rénale.

9° Dans les conditions normales, le sang de la veine rénale contient toujours moins d'urée que celui de l'artère.

10° Cette diminution du chiffre de l'urée dans le sang veineux rénal rend compte de la quantité d'urée qui est excrétée par l'uretère.

11° Chez un animal qui a subi la ligature d'un seul uretère, le sang veineux rénal recueilli du côté lié, vingt-quatre heures après l'opération, renferme autant d'urée que le sang artériel, ainsi le rein n'excrète plus d'urée et son tissu n'en forme pas.

12° La ligature des uretères et la néphrotomie sont deux opérations identiques quant à leurs résultats, elles suppriment toutes deux la fonction éliminatrice des reins et n'apportent aucun obstacle à la formation de l'urée qui a lieu en dehors des reins.

L'ordre des primates ; parallèle anatomique de l'homme et des singes. Paris, 1870, in-8, par M. le professeur P. Broca.

M. Broca s'est proposé, dans ce travail, de prouver que l'homme ne constitue pas un ordre à part dans la classe des mammifères, qu'il forme seulement la première famille de l'ordre linnéen des *primates*. Cette opinion a déjà été soutenue dans ce siècle par plusieurs naturalistes, au nombre desquels on peut citer : Charles Bonaparte, Godman, Huxley ; on peut y joindre Isidore Geoffroy Saint-Hilaire qui, il est vrai, était partisan du Règne humain, maie qui reconnaissait qu'au point de vue organique l'homme ne diffère des autres primates que par des caractères de valeur familiale et non ordinale.

L'opinion exposée dans le travail de M. Broca n'est donc pas nouvelle, mais il l'a appuyée de plusieurs faits nouveaux, d'une discussion anatomique plus précise, et d'un procédé de démonstration plus complet et plus rigoureux. Ce procédé consiste à étudier successivement dans chaque organe ou dans chaque appareil les modifications anatomiques que l'on observe dans toute la série des primates, à déterminer toute l'importance physiologique et la signification de chacune de ces modifications, et à montrer que, par chacun de ces caractères anatomo-physiologiques l'homme diffère moins de certains singes que ceux-ci ne diffèrent de certains autres singes. L'anatomie pure tend à exagérer la similitude et a pu conduire quelques auteurs à fusionner l'homme et les anthropoïdes dans une même famille (1) ; la physislologie pure tend au contraire à exagérer les différences et à placer l'homme dans un ordre à part. L'auteur s'est efforcé de tenir compte à la fois des caractères anatomiques et des caractères physiologiques, mais en rattachant et subordonnant ceux-ci à ceux-là, attendu, dit-il, « *que les phénomènes fonctionnels » ne doivent être acceptés dans les classifications zoologiques que comme l'ex- » pression et la résultante des conditions anatomiques.* »

(1) Par exemple Bory de Saint-Vincent, Lesson, Linnæus.

C'est d'après ce principe qu'il a établi un parallèle tout nouveau entre la main et le pied. Il a montré que la fonction de la main dépend moins de sa constitution propre (puisqu'il y a des mains sans pouce) que de la constitution générale du membre qui la supporte, et il a pu ainsi ramener à trois grands caractères anatomiques la distinction physiologique de la main et du pied. Étudiant alors ces trois caractères dans la série des mammifères, il prouve que, chez tous les mammifères complets, y compris les singes, le membre abdominal se termine par un véritable pied, qu'il n'y a par conséquent point de quadrumanes, et que si l'extrémité postérieure des singes est préhensile, cette faculté de préhension est en rapport avec le mode de station et de locomotion de ces animaux, qui sont pour la plupart grimpeurs et arboricoles. Quant à la main proprement dite, elle n'existe que chez les primates, mais chez la plupart d'entre eux cette main est imparfaite ; c'est une main *pédestre* qui présente déjà en partie les caractères anatomo-physiologiques de la main, mais qui participe encore, par sa disposition comme par sa fonction, de la nature du pied. C'est seulement chez les anthropoïdes que le membre thoracique réalise complétement, comme chez l'homme lui-même, toutes les conditions qui caractérisent la main.

D'après l'étude des membres les singes ordinaires sont plutôt quadrupèdes que bipèdes, tandis que les anthropoïdes sont plutôt bipèdes que quadrupèdes. Cette conclusion ressort plus nettement encore de l'étude du tronc que de celle des membres. Comparant d'abord la colonne vertébrale de l'homme avec celle des quadrupèdes proprement dits, tels que les carnassiers, M. Broca prouve que les nombreuses différences ostéologiques qui existent entre ces deux types sont la conséquence de la direction suivant laquelle agissent les forces musculaires dans la marche quadrupède et dans la marche bipède. Il détermine ainsi cinq caractères principaux qui permettent de reconnaître, d'après l'inspection du squelette du rachis, le mode de progression habituel de l'animal. Étudiant alors ces cinq caractères dans la série des primates, il montre que les singes des deux familles inférieures (*lémuriens* et *cébiens*) ont la colonne vertébrale des quadrupèdes. Il retrouve encore les caractères du rachis des quadrupèdes chez la plupart des singes de la famille des *pithéciens*. Ces caractères commencent toutefois à s'atténuer chez les semnopithèques qui forment le genre le plus élevé des pithéciens, et ils disparaissent enfin les uns complétement, les autres presque complétement chez les anthropoïdes qui sont, sous ce rapport, beaucoup plus rapprochés de l'homme que des singes ordinaires. L'auteur applique le même procédé de démonstration à l'étude du squelette du thorax et du bassin, puis à celle des rapports des viscères thoraciques et abdominaux, de la disproportion de la veine cave inférieure et de la crosse aortique, etc. On peut signaler ici les recherches originales qu'il a entreprises sur l'anatomie comparée du péritoine chez les primates.

Paris. — Imprimerie de E. Martinet, rue Mignon, 2.

DES EFFETS PHYSIOLOGIQUES

DES HÉMORRHAGIES SPONTANÉES OU ARTIFICIELLES

(SAIGNÉES)

Par M. le docteur P. LORAIN,

Professeur agrégé à la Faculté de médecine, médecin à l'hôpital Saint-Antoine.

Quelle est l'action produite par une abondante saignée ou par une hémorrhagie sur la température propre du corps et sur la circulation du sang? C'est là une question qu'il est permis de se poser aujourd'hui, par cela même qu'on a les moyens d'y répondre avec un certain degré de certitude. Sans doute, il était plus utile, il y a trente ans, d'étudier ces phénomènes, que cela ne l'est aujourd'hui. En effet, aujourd'hui la saignée est tombée dans un grand discrédit, tandis que le sang coulait à flots dans les cliniques, du temps de Broussais. Cependant on ne saurait abandonner tout à fait une médication qui a été célébrée à toutes les époques, et qui est si intimement liée à toute l'histoire de la médecine, sans avoir cherché, non pas si elle guérit ou ne guérit pas les maladies, car le contrôle thérapeutique direct est encore au-dessus de nos moyens, mais quelle est son action physiologique. Ce n'est pas que nos maîtres n'aient tenté de trouver un moyen de doser pour ainsi dire l'utilité de la saignée, en évaluant la quantité apparente des éléments spontanément coagulables du sang; mais cette apparence de contrôle s'est évanouie devant les analyses chimiques, et l'on ne parle pas plus aujourd'hui de la médication antiphlogistique que de la couenne du sang.

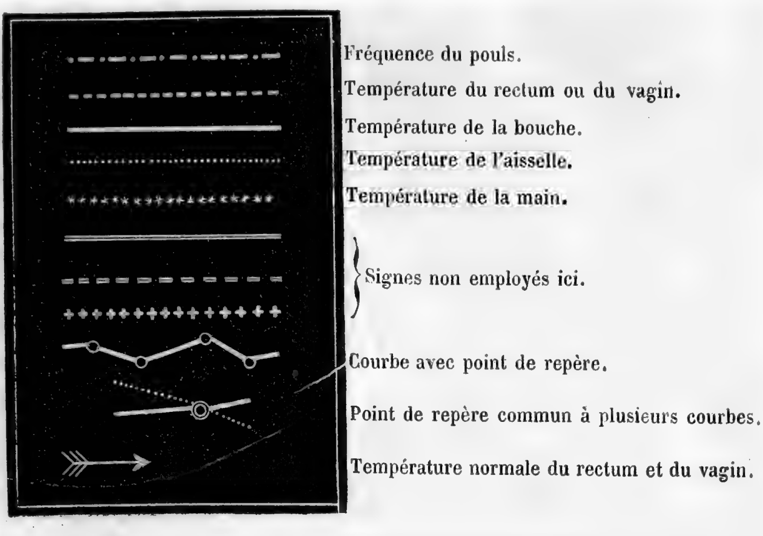
Parmi les raisons invoquées par les thérapeutistes pour justifier la saignée, la plus moderne est la suivante : On diminue la chaleur, et ainsi l'on prive la maladie de son élément principal. C'est toujours l'idée de « l'antiphlogistique ». Cette même idée, transformée ou plutôt déguisée, se traduit encore aujourd'hui par l'emploi abusif de la digitale dans les maladies aiguës. Il s'agit

encore là de « diminuer la chaleur propre du malade ». Si nous prenons un traité de thérapeutique qui a longtemps joui d'une grande faveur dans notre pays et qui a encore beaucoup de lecteurs (*Traité de thérapeutique* de Trousseau et Pidoux, 1855), nous y trouvons au chapitre de la « Médication antiphlogistique », la déclaration suivante :

« Qui ne connaît l'action antiphlogistique puissante des anti-
» moniaux, des mercuriaux, des alcalins, des purgatifs, etc.?
» Mais ces agents jouissent de forces spéciales, qui ne se mani-
» festent pas immédiatement sur l'*appareil circulatoire et la*
» *chaleur animale*, ou qui ne les atteignent que par l'intermé-
» diaire de propriétés dont les unes se font sentir primitivement
» sur la nutrition, primitivement sur les sécrétions, primitivement
» sur le système nerveux, etc. Les antiphlogistiques propre-
» ment dits, exerçant, au contraire, leur action primitivement
» sur l'*appareil vasculaire sanguin*, et tous leurs autres effets
» émanant de cette première action, il est juste qu'on leur applique
» spécialement aussi la dénomination d'*antiphlogistiques* ».

Mais il n'est point nécessaire de poursuivre ces citations ni de faire le procès au passé; cherchons les preuves utiles à la démonstration du fait de l'abaissement prétendu de la température; montrons comment la circulation est influencée par les saignées, car notre but est de tout soumettre à l'analyse physiologique. Pour cela, il nous suffira de produire plusieurs observations qui ont été recueillies de bonne foi et sans parti pris sur des malades soumis soit à une saignée médicale, soit à une hémorrhagie spontanée, et d'étudier chez eux à l'aide de planches graphiques la marche de la température et celle de la circulation. Nous avons pris nos exemples dans des maladies aiguës ou des états morbides transitoires chez de jeunes sujets exempts de toute maladie organique.

CLEF DES SIGNES EMPLOYÉS DANS LES TRACÉS GRAPHIQUES.



Les lettres P, D, K, L indiquent pouls, degré, kilogramme, litre. Sur l'une de nos figures, la courbe indiquant la température du vagin est représentée par de petites croix mélangées de traits.

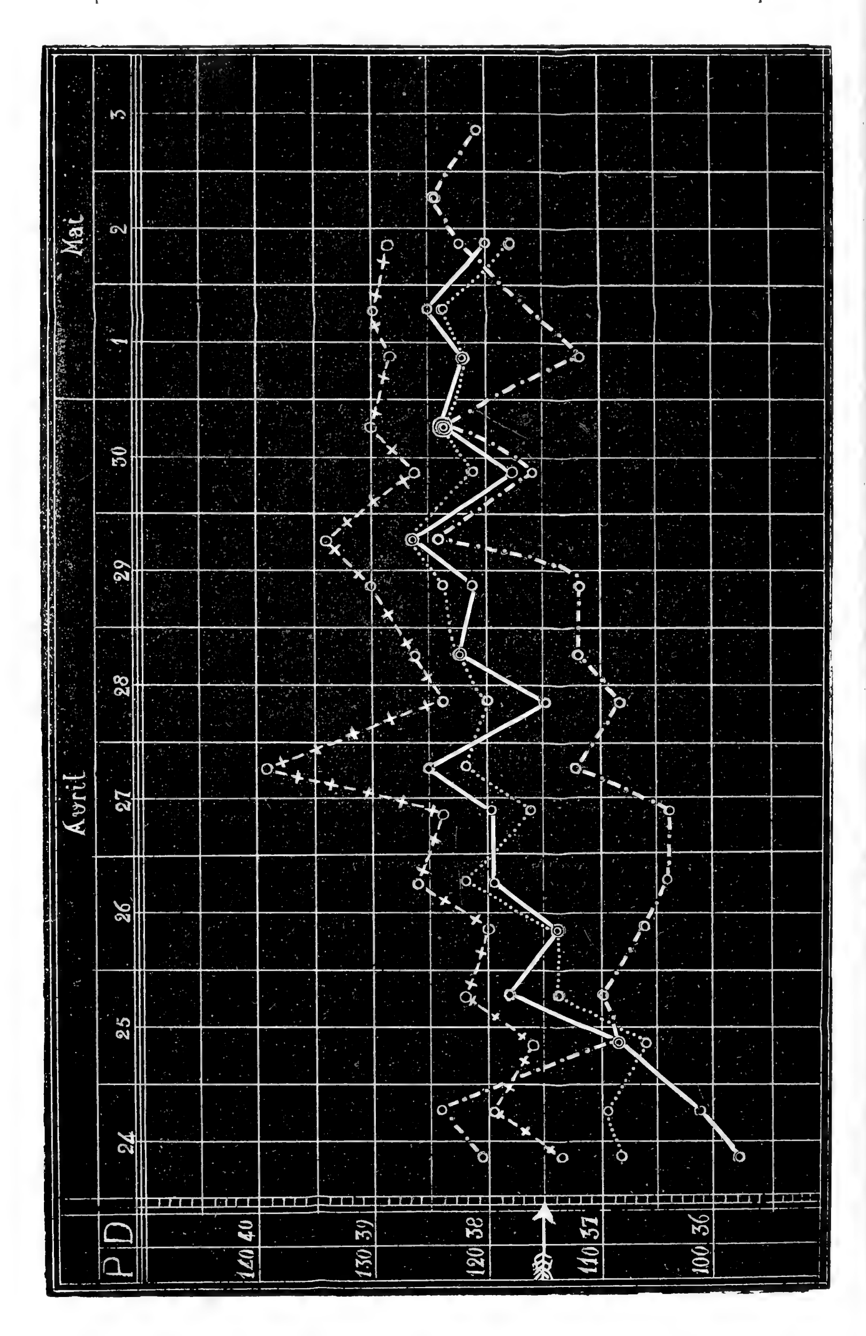
Puerpéralité. — Hémorrhagie après l'accouchement. — Ses effets. — Maladresse du chirurgien entraînant une maladie artificielle.[1]

Femme G..., âgée de quarante ans, née à Gand, accouchée le 24 mai 1868, à sept heures du matin.

Cette femme petite et grêle accouchait pour la septième fois. Au moment de la délivrance, elle perdit beaucoup de sang ; la sage-femme qui l'assistait crut devoir appeler un jeune médecin, qui, dans une intention louable, mais agissant avec une fâcheuse inexpérience, bourra le vagin de tampons de charpie imprégnés de perchlorure de fer. Deux heures après, cette femme fut amenée dans mes salles ; elle était pâle ; son pouls battait cent vingt-quatre fois, sa peau était fraîche, sa langue froide. L'hémorrhagie avait presque complétement cessé. Je me hâtai de la débarrasser du remède ; les tampons furent enlevés, et le vagin fut lavé à grande eau. Il était évident que cette cautérisation entraînerait des accidents ultérieurs ; et c'est ce qui eut lieu, car cette femme eut la fièvre pendant une dizaine de jours, par suite de la brûlure vaginale. — A ce propos, je crois devoir rapporter le fait suivant :

Une jeune dame fut affectée d'une hémorrhagie vaginale ou plutôt hyménale, la première nuit de ses noces (traumatisme vénérien) ; un chirurgien appelé crut devoir tamponner le vagin avec des boules de charpie imbibées

de perchlorure de fer. Il en résulta une maladie véritable et une incapacité



de rapprochement sexuel de plus d'un mois. Une simple application de serre-fine eût été préférable. M. Depaul rapporte le fait d'une femme enceinte chez laquelle se produisit une hémorrhagie vulvaire grave dont la source était une petite varice ouverte sur une des nymphes ; la compression suffit à arrêter les accidents.

Dans le cas d'hémorrhagie après l'accouchement, l'excitation directe de l'utérus *intus* et *extra*, les injections froides et le seigle ergoté, sont des moyens habituellement suffisants pour arrêter l'écoulement du sang.

Si nous revenons à notre graphique, voici les réflexions qui en ressortent :

L'hémorrhagie s'est fait sentir un peu sur la peau, dont la température est tombée d'abord à 36°,8 et sur la bouche surtout (35°,8). L'abaissement est réel. Quant à la température vaginale, elle est restée au chiffre normal. L'abaissement en pareil cas porte surtout sur les températures périphériques.

Le pouls était monté à 124, fait habituel ; les hémorrhagies accélèrent la circulation, et pour cause (diminution subite de la charge, entraînant une accélération de la marche). Puis, les effets de la cautérisation se font sentir et la fièvre se produit dès le second jour. Le quatrième jour, la chaleur vaginale atteint presque 40 degrés (39°,9).

Il n'y avait, du reste, aucun trouble fonctionnel ; le rétablissement se fit lentement.

Puerpéralité. — Hémorrhagie grave après l'accouchement.

La femme B.... est accouchée déjà cinq fois. Enceinte pour la sixième fois et parvenue au quatrième mois, elle avorte, dans la soirée du 4 novembre 1866. Le fœtus était macéré.

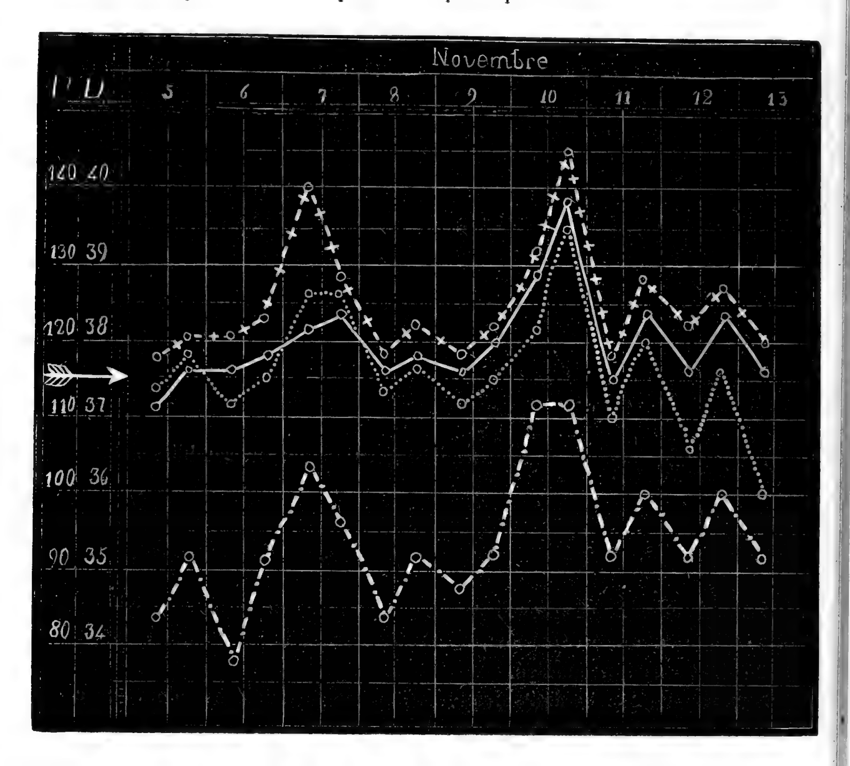
L'avortement se fit dans des circonstances particulières, alors que cette femme, croyant satisfaire un besoin, s'était rendue dans les lieux d'aisances. Elle fut atteinte d'une hémorrhagie grave ; elle perdit environ 2 litres de sang. Elle était, à la suite, exsangue, pâle, presque en syncope. Le lendemain matin, elle fut mise en observation. On recueillit dès lors la température du vagin, de l'aisselle, de la bouche, et l'état du pouls. Malgré l'hémorrhagie, les températures n'étaient point abaissées (sous ce rapport, les femmes en couches présentent une immunité particulière et qui s'explique par les conditions spéciales de leur circulation).

Cependant on peut voir, sur la figure graphique, que, dans les premiers jours, la chaleur de la bouche et celle de l'aisselle étaient basses comparativement à l'élévation fébrile qu'accusait la température du vagin (compensation).

Le troisième jour, la température du vagin s'élève à 40 degrés, et le pouls monte de 80 à 104 degrés ; puis la défervescence a lieu très-rapidement. C'est un véritable accès de fièvre isolé. On aurait pu être tenté de voir dans cet accès fébrile du troisième jour une manifestation de la fièvre de lait ;

mais il n'en pouvait être ainsi : les seins étaient mous, flasques, et ne présentèrent ni alors ni plus tard le moindre mouvement sécrétoire.

La défervescence semblait acquise, lorsque, le 9 au soir, se manifesta une nouvelle poussée fébrile plus forte que la première.



Le 10, le pouls se tenait à 112 et la chaleur vaginale montait à 40°,5. Il y avait eu un léger frisson ; le ventre était sensible à la pression. Cet accès ne dura pas plus longtemps que le premier, et la fièvre tomba, sans que la température descendît encore non plus que le pouls à la limite physiologique. Cette maladie n'eut pas de suites. On voit ici une série d'accès de fièvre dus sans doute à la métrite, état très-différent de la fièvre *continue* et *ascendante* qui marque l'infection puerpérale vraie.

Pour terminer par une conclusion se rapportant spécialement à l'objet de ce mémoire, nous tirerons du fait présent cet enseignement, qu'une grave hémorrhagie après l'accouchement peut ne pas nuire à la calorification, et n'accélérer que médiocrement la circulation.

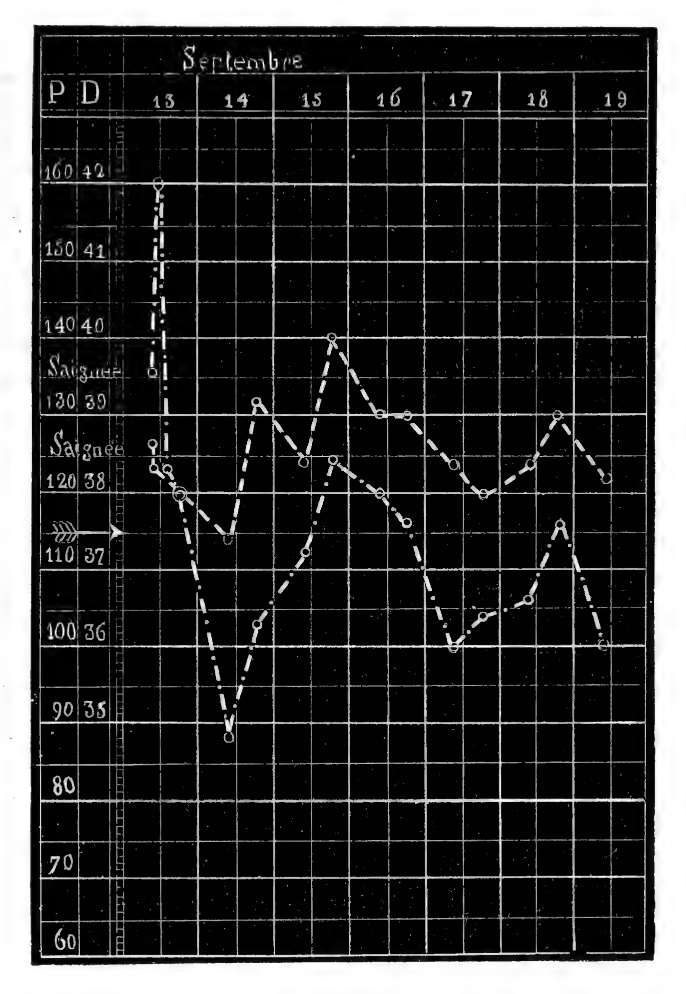
Puerpéralité. — Eclampsie. — Saignée. — Théorie thérapeutique.

La femme B..., âgée de vingt et un ans, primipare, fut amenée à l'hôpital

Saint-Antoine, dans la nuit du 12 au 13 septembre 1867. Elle était en mal d'enfant, à terme, éclamptique, œdématiée, en état de stupeur, avec de fréquents accès convulsifs ; les urines étaient albumineuses.

L'accouchement se fit rapidement, et sans aucun accident notable.

Le 13 septembre, dans la matinée, l'état d'éclampsie persistant, nous



pratiquâmes une *large saignée*. Le pouls marquait, avant la saignée, 136 degrés, et la température rectale était de 38°,6.

On fit une nouvelle observation aussitôt après la saignée : le pouls avait monté à 160 pulsations, tandis que la température rectale était descendue de 38°,6 à 38°,3. Ce fait n'a rien d'anormal ; encore a-t-il besoin de commentaires.

Lorsque la saignée est assez copieuse pour influer sensiblement sur la circulation, il en peut résulter deux effets différents suivant les circonstances :

1° Dans le cas le plus ordinaire, la soustraction d'une notable quantité de sang abaisse légèrement la chaleur centrale ;

Dans le même cas, le cœur accélère ses mouvements en raison de la diminution soudaine de la tension ;

C'est le cas actuel.

2° Plus rarement, la saignée, soit par suite d'une disposition particulière du sujet, soit parce que la soustraction du sang a été très-considérable, donne lieu à une syncope. En pareil cas, les choses se comportent différemment. Le pouls se ralentit, et le sang abandonne les parties périphériques, d'où résulte la décoloration, la pâleur de la peau. Ce mouvement de concentration du sang à l'intérieur du corps amène deux effets connexes ; l'un est le refroidissement périphérique, et l'autre est un léger accroissement de la chaleur centrale. Nous avons donné des exemples de ce fait.

Dans l'observation présente, après le premier effet de la saignée, véritable perturbation ou désaccommodation brusque, le pouls et la température ont baissé, et l'éclampsie n'a plus reparu dès la fin du jour. Le 15 septembre, on ne trouvait plus d'albumine dans l'urine.

Le troisième jour eut lieu un mouvement fébrile rapide qui coïncida avec la montée du lait. La guérison eut lieu.

Éclampsie puerpérale ; saignée de 1200 grammes. — Théorie thérapeutique.

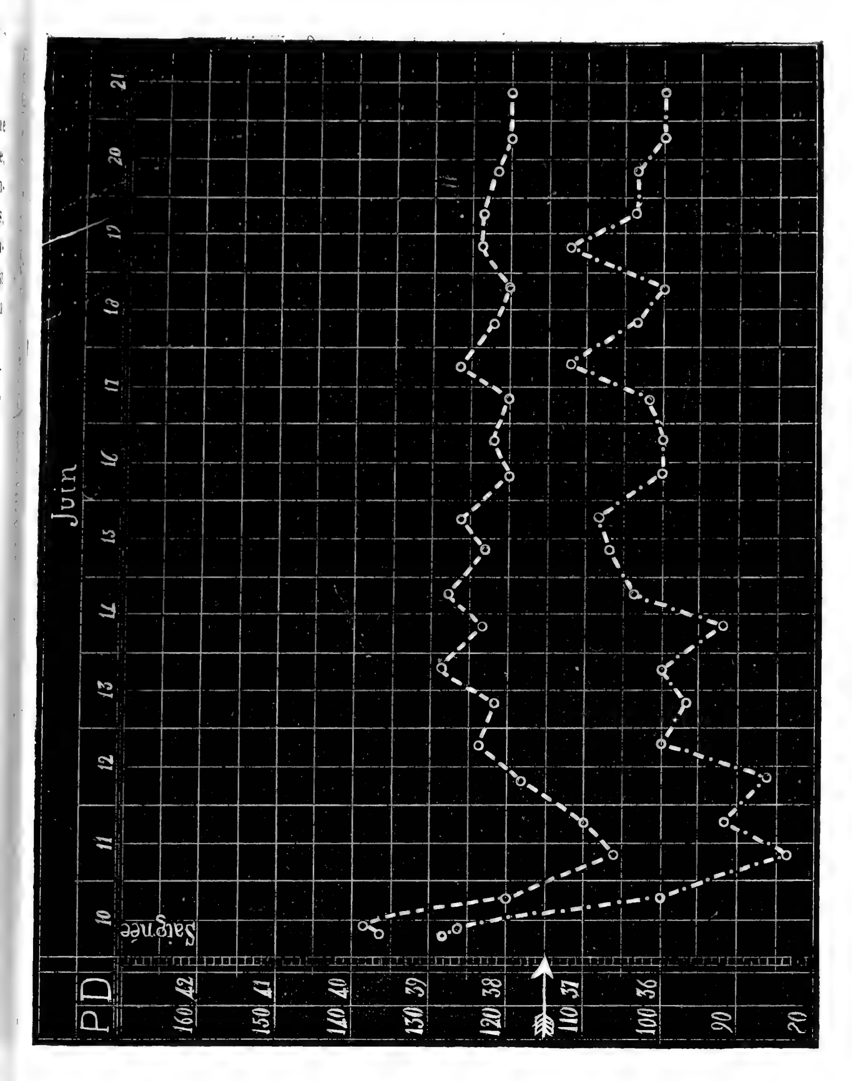
Une femme de quarante ans, grande, forte, et chargée d'embonpoint, fut amenée dans la salle des accouchements, le 9 juin 1868. Elle était enceinte de sept mois. Il n'y avait pas trace de travail d'accouchement. Cette femme était en état d'éclampsie avec délire et attaques convulsives, depuis vingt-quatre heures ; elle avait de l'anasarque, et ses urines contenaient une grande quantité d'albumine. On sut qu'elle avait eu précédemment plusieurs grossesses menées à terme et sans accidents.

Le 10 juin, à neuf heures du matin, on trouve cette femme dans l'état suivant :

Elle est attachée avec des cordages sur un lit, elle crie sourdement et roule des yeux hagards ; son visage bouffi et congestionné exprime le délire furieux ; une salive spumeuse et mêlée de sang s'échappe de sa bouche ; sa langue déchirée par ses dents pendant les attaques convulsives est profondément entamée. L'anasarque est peu considérable. Les urines traitées par la chaleur et par l'acide azotique montrent un abondant précipité d'albumine.

La grossesse est constatée. Le fœtus paraît arrivé à la fin du septième mois. On n'entend pas les battements de son cœur, et l'on ne perçoit pas de chocs ou mouvements intra-utérins, ce qui donne à penser que le fœtus a succombé. Le col de l'utérus ne présente aucun signe qui puisse faire penser

qu'il y ait tendance à l'accouchement. Il n'y a ni écoulement de liquide amniotique, ni contractions utérines. Le pouls de la malade bat cent vingt-huit fois par minute, et la température de son rectum s'élève à 39°,6, c'est-



à-dire à 2 degrés au-dessus de l'état normal. Il n'existe pas de signe d'une autre maladie que l'éclampsie albuminurique.

Traitement. — On a beaucoup loué le *chloroforme* en pareil cas. Pendant l'accouchement chez une femme éclamptique, ou après l'accouchement, le chloroforme peut être administré sans inconvénients.

En était-il de même ici, chez une femme aussi profondément atteinte et chez laquelle persisteraient les deux causes de la maladie :

1° La grossesse,

2° L'albuminurie ?

Je ne le pensai pas, et je n'eus pas recours à ce moyen.

Dérivatifs. — Les dérivatifs ou révulsifs peuvent être employés contre un état cérébral passager, mais peut-on en espérer une action sérieuse sur une néphrite albumineuse chez une femme enceinte ? A-t-on d'ailleurs aucun fait démonstratif à produire comme preuve que les révulsifs aient fait cesser des attaques d'éclampsie albuminurique en quelque cas que ce soit ? Le doute ici, en tout cas, n'aurait pas été permis, car cette malheureuse femme avait subi déjà des révulsions excessives, et faites avec une telle libéralité, que l'on pouvait déclarer la mesure comble. Ses cuisses et ses jambes présentaient de larges brûlures faites par des sinapismes ; sa langue profondément déchirée présentait un autre genre de plaie ou de révulsion, si l'on veut, et l'éclampsie persistait.

Médication interne. — Il fallait donc songer à un autre moyen, et je n'eus pas de peine à me décider en faveur de la saignée. En effet, dès l'instant que les moyens extérieurs tels que révulsion et inhalation étaient repoussés ; considérant en outre que la malade ne pouvait pas boire, il ne nous restait qu'une ressource : introduire des substances actives par la peau (seringue de Pravaz) ou par le rectum. Ces substances actives ne manquent pas dans l'arsenal thérapeutique, mais il n'en est pas une dont on ait constaté l'action efficace dans un cas pareil.

Saignée. — La saignée est un moyen rapide, violent, et susceptible d'amener une modification réelle dans la circulation. Encore faut-il qu'elle soit faite à propos et suivant certaines règles.

Ce moyen a été préconisé depuis longtemps dans l'éclampsie puerpérale, mais on a le droit d'élever une suspicion légitime à l'endroit de cette thérapeutique, si elle ne se présente pas avec d'autres garanties que celle qui résulte de l'autorité des hommes du siècle dernier ou de ceux du commencement de ce siècle, car on saignait alors volontiers les femmes enceintes, et la saignée était d'ailleurs appliquée à toutes les maladies comme une panacée. Mais il existe des observateurs contemporains qui ont reconnu l'utilité de la saignée dans le cas actuel et qui en ont montré les bons résultats. Le professeur Depaul a sur ce point une opinion tout à fait affirmative. Je me décidai donc à faire une saignée, d'autant plus que la malade était très-grasse, très-pléthorique, et paraissait devoir supporter facilement une certaine perte de sang. Désireux de ne pas faire une demi-tentative, et d'agir d'une façon décisive, je pratiquai aussitôt une très-large saignée, attendant pour arrêter l'écoulement du sang qu'il se produisît une syncope. 1200 grammes de sang étaient déjà écoulés lorsque la malade pâlit, eut des bâillements, des efforts de vomissements, et laissa retomber sa tête sur l'oreiller. J'arrêtai alors l'écoulement du sang.

Jamais remède ne produisit un effet plus rapide : la malade cessa de s'agiter, on put lui enlever la camisole de force, elle regarda les assistants, prononça quelques mots, puis elle se coucha dans une posture souple et naturelle, comme pour sommeiller ; elle ne tarda pas, en effet à s'endormir, après avoir demandé à boire. Le délire devint tout autre, intermittent, sans violence ; et *il n'y eut plus d'attaques éclamptiques.* Cette femme accoucha un mois après d'un fœtus mort et macéré, elle guérit parfaitement. Tel est le côté pratique et social de cette observation. Mais il convient d'examiner ici le côté physiologique de la question, et d'y insister particulièrement.

Physiologie. — Que le lecteur jette les yeux sur le tableau ci-joint, et il verra ce qui suit : La température et le pouls tout d'abord sont très-élevés ; le pouls bat cent vingt-huit fois, la température rectale est de 39°,6 ; puis après la saignée, le pouls s'abaisse presque jnsqu'au chiffre normal, ce mouvement de descente atteint sa limite extrême en l'espace de vingt-quatre heures.

Le pouls remonte un peu dans les jours qui suivent, mais sans reprendre jamais le chiffre élevé du début. Même observation pour la température, avec cette différence que si le pouls se maintient à la limite de l'état normal vingt-quatre heures après la saignée, la température fait plus : elle descend au-dessous de l'état normal de près de 1 degré (36,6), fait important et rare.

Voici l'explication de ce fait : *après une hémorrhagie* (or une saignée de 1200 grammes peut s'appeler « hémorrhagie »), le *pouls reste fréquent*, sinon autant que dans l'état fébrile, du moins plus qu'à l'état normal. Au contraire, la *température* en pareil cas *décroît* nécessairement, puisque *c'est le sang qui est le véhicule de la chaleur.*

Ainsi s'explique l'abaissement qui s'est produit entre le 10 et le 11 juin.

Si l'on veut bien analyser ce qui s'est passé au début, le 10 juin au matin, on verra que deux observations ont été faites sur le pouls et sur la température, à deux époques très-rapprochées. Le pouls descend à peine, tandis que la chaleur, au contraire, monte d'abord de deux dixièmes de degré.

C'est la saignée qui a produit ce résultat immédiat ; pour la température, les deux dixièmes de degré en plus ne sont pas un fait à dédaigner, d'autant que l'observation a été faite rigoureusement, et que nous pouvons en garantir l'exactitude. Ainsi, la chaleur rectale a monté de deux dixièmes de degré après la saignée et au moment de la syncope.

Je dois dire que le fait était prévu et attendu par nous, parce que, suivant nos expériences, la *syncope fait quelquefois monter la chaleur centrale*, attendu que le refroidissement périphérique (pâleur) annonce une concentration du sang dans les parties profondes, sorte d'état réactionnel d'ordre mécanique, qui dépasse souvent la mesure, de sorte que non-seulement il y a compensation de la perte du sang et de la chaleur par une dépense moindre, mais même il y a gain pour le centre. Aussi serait-il absurde de vouloir réchauffer extérieurement et rougir à la peau les gens syncopés dont la

pâleur tégumentaire est salutaire dans certains cas (quand il y a perte ou insuffisance de sang).

On remarquera que la fièvre a continué, quoique très-amoindrie. Cela rentre dans le chapitre des *maladies causées par le remède*. Ici, en effet, la fièvre était entretenue par les brûlures que le zèle exagéré des premières personnes appelées à secourir la malade avait répandues sur toute la surface des membres inférieurs.

L'éclampsie avait été guérie en vingt-quatre heures, et l'albuminurie en quelques jours; restait la maladie artificielle, qui finit aussi par guérir.

A partir du 12 juin, la courbe est ascendante (voyez la figure) par suite des brûlures.

Pneumonie chez un homme jeune et vigoureux. — Épistaxis très-abondante cause d'un abaissement de la fièvre, momentané et non durable. — Commentaires physiologiques et thérapeutiques.

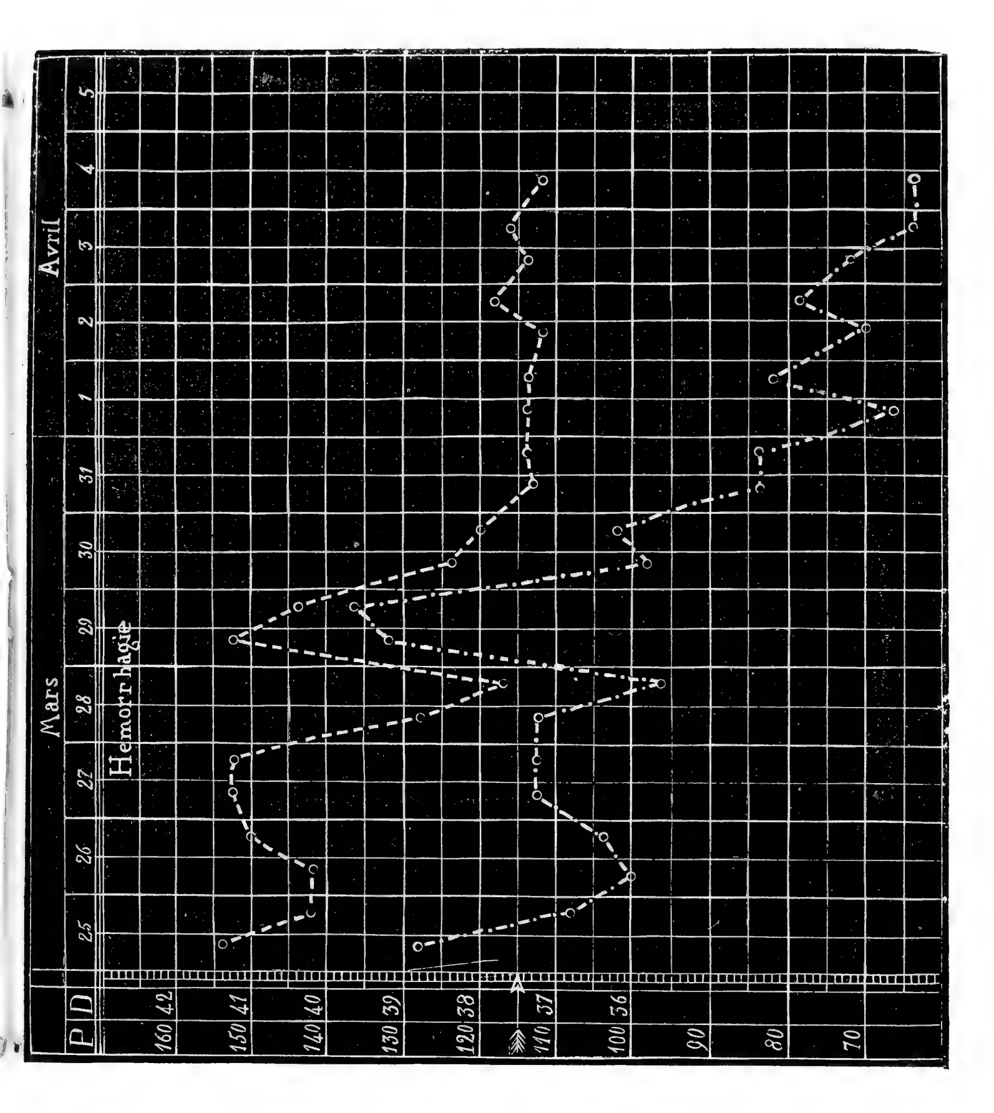
En regardant la planche ci-contre, on verra que la courbe est déformée à la date du 28 mars par un énorme enfoncement. La température est déprimée beaucoup plus que le pouls. Le lendemain 29 mars, la courbe reprend son niveau précédent pour retomber bientôt et définitivement, parce que, cette fois, la maladie est parvenue à son terme. L'abaissement du 28 n'était qu'un accident produit par une abondante hémorrhagie nasale (1 litre).

Voici en quelques mots l'observation de ce malade :

C..., charretier, âgé de vingt-cinq ans, est affecté d'un rhume depuis quinze jours. Le 22 mars, il éprouve un frisson qui dure pendant deux heures. Il vomit, et il ressent un violent point de côté ; il garde le lit. Le 25 mars, nous l'observons. On constate ce qui suit : état fébrile intense, matité au sommet du poumon droit, souffle tubaire limité à la fosse sus-épineuse, crachats visqueux de teinte rouillée, sensation d'oppression, face très-colorée, céphalalgie. Le 26 mars, on entend des bouffées de râle crépitant. Le 27, il y a délire, la fièvre est intense. Dans la soirée de ce jour se produit une épistaxis très-abondante ; le sang recueilli dans des vases est évalué à 1 litre environ. Une sueur abondante se produit pendant la nuit. Cette hémorrhagie, cette sueur, semblent rentrer dans la catégorie des crises. Mais la pneumonie a débuté le 22 ; la crise surviendrait le 27, soit le sixième jour, et avant l'évolution complète de la maladie ; ce serait un fait difficile à comprendre. Cependant la fièvre tombe effectivement le 28 mars (hémorrhagie). Le pouls est tombé à quatre-vingt-seize le 28 au soir; quant à la température, elle a fait une chute remarquable, de 41°,2 à 37°,6, trois degrés et demi de différence, en vingt-quatre heures. Cette chute n'a pas été tout à fait brusque, car le 28 au matin la chaleur était encore à 38°,8.

Jusque-là il semble vraiment qu'il y ait crise. En tout cas, on doit admettre que l'hémorrhagie a diminué la fièvre dans des proportions tout à fait remarquables ; la température est retombée à l'état normal : 37°,6.

Cependant le délire persiste ; on est obligé d'appliquer la camisole de force, et les signes objectifs de la pneumonie persistent (râles crépitants et sous-crépitants). Cela seul suffirait pour exclure la pensée d'une crise défini-



tive. D'ailleurs il devient évident, dès la nuit du 28 au 29 mars, que la fièvre un moment déprimée va reprendre son niveau ; en effet, pouls et température montent de nouveau, le pouls à 136 pulsations, la température à 41°,2, et la défervescence vraie ne se produit qu'à l'époque prédite, c'est-à-dire

entre le huitième et le neuvième jour, quand le procès morbide est achevé. Alors seulement le malade cesse de délirer et éprouve un grand bien-être.

Ainsi l'hémorrhagie a déprimé momentanément la courbe, mais ne l'a pas abaissée définitivement, et rien ne prouve que cette perte de sang ait été salutaire.

Si l'on applique les réflexions précédentes à la thérapeutique et au pronostic, on sera porté à dire que : 1° la saignée ne nous donne quelquefois qu'une satisfaction passagère et illusoire, et que 2° le médecin doit savoir distinguer ce qui est propre à la maladie de ce qui dépend d'un accident soit spontané, soit artificiel.

Ces observations nous paraissent montrer quel parti on pourra tirer des méthodes nouvelles pour contrôler la thérapeutique. Nous aurions pu produire un grand nombre de faits analogues que nous avons recueillis; mais quelques exemples nous paraissent suffire à indiquer la voie dans laquelle nous poursuivons nos recherches.

DE

LA LOI DES ROTATIONS DU GLOBE OCULAIRE

DANS LES MOUVEMENTS ASSOCIÉS DES YEUX

RÉFLEXIONS SUR LE CHAPITRE CONSACRÉ A CETTE QUESTION DANS L'OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE DE M. HELMHOLTZ (1)

Communiquées à l'Académie des sciences, dans la séance du 25 avril 1870.

Par M. GIRAUD-TEULON.

---

§ 1. — Lois de Donders.

Le point de départ de cette étude est la loi établie par Donders sur les inclinaisons que prennent, ou ne prennent pas, les méridiens primaires, dans les mouvements associés des yeux, lorsqu'ils se portent, en parallélisme, soit dans les directions cardinales, soit dans les directions obliques ou intermédiaires. Cette mémorable loi est contenue dans les propositions suivantes, dont la netteté ne laisse rien à désirer.

I. Dans tous les mouvements associés en parallélisme, les méridiens primaires (2) ou cardinaux des deux yeux demeurent toujours respectivement parallèles.

II. Dans les directions cardinales, soit horizontale, soit verticale, ces méridiens demeurent en outre parallèles à eux-mêmes dans les deux positions extrêmes, initiale et terminale.

III. Dans les directions obliques du regard, ces mêmes méridiens primaires, toujours respectivement parallèles à droite et à gauche, s'inclinent sur leur direction initiale ou primordiale, d'un certain angle déterminé uniquement par le degré même de l'obliquité et de la hauteur du regard (c'est-à-dire par la grandeur des angles ascensionnel et latéral).

(1) Traduction d'É. Javal et Klein, pages 601 et suiv.

(2) Nous nous servirons ici des notations et définitions mêmes de M. Helmholtz.

Le sens de cette inclinaison porte l'extrémité du méridien vertical ou *sagittal*, la plus voisine du point de mire, *du côté de ce même point de mire.*

Il résulte en outre implicitement des conséquences tirées par Donders des propositions qui précèdent, que, dans ces mouvements obliques, l'inclinaison du méridien primaire vertical entraînerait l'inclinaison *dans le même sens* du méridien cardinal horizontal, lié au premier par un angle dièdre constant (droit).

Remarquables conséquences de ces lois.

Une des premières conséquences de ces propositions fut que, contrairement à l'opinion de Hunter et de Huecke, les méridiens primaires des yeux conservent, lors des mouvements de la tête, leurs rapports primordiaux avec les axes de celle-ci, et que leurs inclinaisons sur ces derniers ne dépendent que de la position de la ligne de regard par rapport à la tête.

(Nous avons, plus tard il est vrai, démontré la même proposition par la considération des mouvements du spectre étoilé du cristallin, dont les axes demeurent fidèlement liés à ceux de la tête pendant les inclinaisons de celle-ci.)

Mais l'immense avantage de ces remarquables lois a été de jeter un jour inattendu sur la mécanique des mouvements oculaires, devenue aujourd'hui, grâce à elles, une théorie aussi élégante que fertile en conséquences, et qu'une discordance scientifique, non signalée jusqu'ici, menacerait de renverser.

Qu'on nous permette donc d'exposer les éléments de ce procès latent, mais dont le sommeil ne saurait être de durée.

§ 2. — **Formule des mêmes lois suivant Helmholtz.**

Les lois de Donders que nous venons de rappeler ont trouvé leur exposition dans le magnifique traité d'optique physiologique dû au génie d'Helmholtz. Elles y ont reçu une formule plus concise et plus compréhensive, — sinon plus compréhensible, que voici :

« Lorsque les lignes de regard sont parallèles, l'angle de *tor-*

sion de chaque œil n'est fonction que de l'angle ascensionnel et de l'angle latéral. »

Pour être complète, cette proposition eût dû être suivie du correctif suivant :

« Mais la torsion est *nulle*, si l'*un* de ces angles est *nul*, c'est-à-dire dans les mouvements cardinaux. »

Mais ce n'est pas des mouvements cardinaux qu'il s'agit ici, — sur ces derniers, tout le monde est d'accord. Quant aux mouvements intermédiaires, diagonaux ou obliques, c'est une autre question, et c'est de ceux-ci que nous allons nous occuper.

Et d'abord, comment sont-ils exposés par M. Helmholtz?

Mouvements obliques. Résumé de M. Helmholtz.

« Lorsque l'angle ascensionnel et l'angle latéral sont tous les deux de même signe, la torsion est négative ou inverse ; s'ils sont de signes contraires, la torsion est positive ou directe » ; ce qui, rapproché des notations de l'auteur (1), et appliqué par lui aux inclinaisons du méridien primaire horizontal, signifie que :

» Le méridien primaire horizontal, lors d'une direction oblique du regard dans le quadrant de midi à trois heures, ou dans son opposé par le sommet (mouvement direct), s'inclinerait dans le sens négatif ou inverse, ou contraire à celui de la marche des aiguilles de la montre. »

Or, nous venons de voir que, d'après Donders, le méridien vertical primaire se porterait, — *dans le même cas,* — dans l'inclinaison positive ou directe.

Les observations des deux auteurs sont donc en opposition, ou bien il faut conclure que, lors d'un même mouvement de l'œil, les deux méridiens primaires s'inclinent en sens contraire l'un de l'autre.

Mais quelle singulière torsion cette dernière hypothèse ne

(1) Le mouvement du regard étant considéré comme *positif* quand il suit le sens du mouvement des aiguilles d'une montre, et *négatif*, quand il se porte en sens opposé, les inclinaisons des méridiens seront dites aussi *directes* quand elles s'exerceront dans le sens du mouvement des aiguilles, *inverses*, dans le cas contraire. L'inclinaison sera comptée dans la partie du méridien qui accompagne la ligne du regard.

force-t-elle pas à concevoir dans l'œil en mouvement et quelles déformations peu acceptables ne devrait-elle pas entraîner !

N'y aurait-il pas plutôt ici quelque erreur de notation, un malentendu quelconque de la part de l'auteur? Aucunement. M. Helmholtz décrit les observations expérimentales mêmes qui ont servi de bases aux propositions sus-énoncées, mais sans faire remarquer toutefois les contradictions implicites qu'elles renferment et que nous nous proposons de relever d'abord et de résoudre ensuite si nous pouvons.

Voici en effet l'exposition expérimentale donnée par l'auteur :

« Pour constater les faits que nous venons de mentionner, dit M. Helmholtz, le mieux est de se servir des images accidentelles, comme Ruete l'a proposé le premier. On se place en face d'un mur dont la tenture présente des lignes horizontales et verticales bien visibles, sans que le dessin soit assez marqué pour empêcher d'y distinguer facilement des images accidentelles; le fond le plus commode est un gris pâle et mat. En face de l'œil observateur et à sa hauteur, on tend horizontalement un ruban noir ou coloré, de deux à trois pieds de long, et qui tranche fortement sur la couleur de la tenture. Pour assurer la position de la tête, il est bon d'appuyer fortement l'occiput; il faut faire en sorte qu'elle ne soit inclinée ni à droite, ni à gauche : le plan médian de la tête doit être maintenu vertical et perpendiculaire au mur. On reconnaît facilement si le plan médian de la tête est vertical, en louchant de manière à obtenir de doubles images du ruban noir : ces images doivent se trouver sur une même ligne droite.

» Si, après avoir fixé invariablement pendant un peu de temps, le milieu du ruban, on dirige brusquement le regard, sans déplacer la tête, sur une autre partie de la muraille, on y voit une image accidentelle du ruban, et, en comparant cette image avec les lignes horizontales de la tenture, on reconnaît si elle est horizontale ou non. L'image accidentelle elle-même est développée sur les points de la rétine qui font partie de l'horizon rétinien, et désigne, pendant les mouvements de l'œil, les parties du champ visuel où se projette l'horizon rétinien. »

« L'intersection du plan de regard avec le mur est nécessaire-

ment horizontale, tant que la tête de l'observateur est dans la position indiquée, où la ligne qui joint les deux centres de rotation est horizontale et parallèle au plan de la muraille. Les lignes horizontales de la tenture donnent donc la *projection* du plan de regard sur la tenture, et l'horizon est tourné par rapport au plan du regard, comme l'image accidentelle par rapport à ces lignes horizontales. » (Helmholtz, p. 603.)

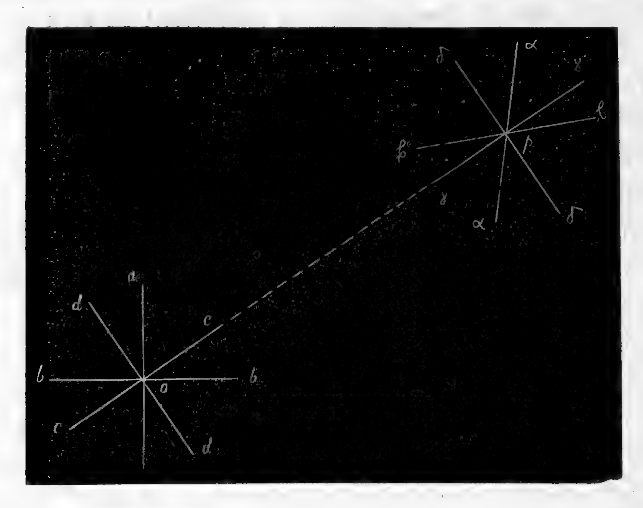
Passant à l'expérience, l'auteur ajoute : « Nous trouvons alors que lorsque la position de la tête est convenable, et qu'on regarde directement en haut, en bas, à droite ou à gauche (c'est-à-dire dans les plans cardinaux), l'image accidentelle du ruban horizontal se confond avec les lignes horizontales de la tenture.

» Mais lorsqu'on porte le regard *en haut et à droite*, ou *en bas et à gauche*, l'image (il s'agit toujours du ruban horizontal) tourne vers la *gauche*, c'est-à-dire que son extrémité gauche est plus bas que l'autre, toujours en comparaison des lignes horizontales de la tenture ; l'inclinaison est inverse, si le regard est porté dans l'un des deux autres quadrants ; le sens de ces rotations est d'ailleurs exactement le même pour les deux yeux.

» Si l'on tend maintenant le ruban verticalement et que l'on compare de la même manière son image accidentelle avec les lignes verticales de la tenture, on obtient des rotations qui paraissent être (mieux que cela, qui sont bien manifestement) d'un sens contraire à celui que nous venons de voir. En effet, si l'on regarde à droite et en haut, l'image accidentelle ne paraît pas tourner vers la *gauche*, mais bien vers la droite, par rapport aux lignes verticales de la tenture. — *Mais de là on ne peut pas conclure à une rotation de l'œil dans le sens direct, car, dans ce cas, les lignes verticales de la tenture ne se confondent pas avec la projection sur le mur, d'une perpendiculaire au plan du regard; celle-ci* (la perpendiculaire) *paraîtrait, au contraire, tournée dans le même sens que l'image accidentelle et d'un angle plus considérable que cette image.* »

La figure ci-contre donne le tableau exact du phénomène observé ; elle représente les marques laissées sur un plan vertical, parallèle au plan transversal de l'observateur, par les images accidentelles de l'expérience.

Les lignes *aa*, *bb* reproduisent les traces des deux méridiens primaires dans la position initiale ou de repos ; les lignes αα, ββ les traces de ces mêmes méridiens sur le même plan, lors de la



position terminale. (Le regard est ici supposé dirigé en haut et à droite.) (La signification des lignes *cc* et *dd*, γγ et δδ, sera donnée page 365.)

§ 3. — **Opposition évidente des formules de Donders et de Helmholtz.**

Nos propres expériences, scrupuleusement calquées sur celles dont la description précède, nous avaient fourni les mêmes résultats (expérimentaux) qu'à M. Helmholtz. Comme lui, nous avions reconnu « que, dans les plans cardinaux, les images consécutives conservent la position horizontale ou verticale des images primitives ; mais que cela n'a plus lieu lorsqu'on dirige le regard obliquement en haut ou en bas. On trouve, au contraire, que :

1° Si l'on dirige le regard à *droite* et en *haut*, ou à *gauche* et en *bas*, l'image consécutive d'une ligne *horizontale* paraît tourner à *gauche*; celle d'une ligne *verticale* paraît tourner à *droite*, par rapport aux lignes du mur.

2° Et si l'on dirige le regard à *gauche* et en *haut*, ou à *droite* et en *bas*, l'image accidentelle d'une ligne *horizontale* paraît tourner à *droite* ; celle d'une ligne *verticale* paraît tourner à *gauche*.

Nos conclusions cependant différaient notablement de celles de l'illustre professeur, et parmi les conséquences logiques de ces expériences, une entre autres nous tourmentait sensiblement.

Quelle torsion subit donc le globe oculaire, nous disions-nous, lors de ce mouvement diagonal ou oblique, si ses deux méridiens primaires, l'horizontal et vertical, sont dans le *même temps* obligés de s'incliner l'un à droite, l'autre à gauche?

Que devient, dans ce conflit, la loi de Donders? Quelles vont être les nouvelles lois physiologiques imposées aux moteurs de l'œil? Car pouvons-nous admettre que les mêmes actions musculaires qui expliquent rationnellement les inclinaisons des méridiens primordiaux dans un sens donné, et le même pour les deux, rendent également un compte satisfaisant de leurs torsions en sens contraire? Comment M. Helmholtz a-t-il pu laisser passer cette magistrale contradiction? Une discordance aussi compromettante pour la physiologie des mouvements de l'œil, pour la détermination des anomalies pathologiques survenues dans ces mouvements, pouvait-elle donc être considérée comme non existante? Le noir et le blanc admis ainsi côte à côte, sans récrimination de l'un à l'autre!

M. Helmholtz ajoutait, il est vrai :

« Il est à peine besoin d'ajouter que la *restriction* que nous venons d'apporter à la loi de Donders ne porte aucune atteinte aux déductions que nous en avons tirées : car, pour toute position donnée de la tête, à une position déterminée de la ligne visuelle, correspond toujours une valeur déterminée de la torsion. » (Page 671.)

Restriction! N'y a-t-il là qu'une restriction? ou bien les mêmes mots ont-ils une valeur différente dans nos langues respectives?

Si, comme le pense M. Helmholtz, les deux méridiens primaires s'inclinent, lors d'une même direction oblique du regard, l'un à droite, l'autre à gauche, et que pour établir les lois des mouvements du globe, il interroge les inclinaisons du méridien horizontal, pendant qu'un autre physiologiste adoptera celles du méridien vertical, n'y aura-t-il pas entre eux contradiction absolue?

Les inclinaisons du globe dans un sens ne supposent-elles pas un mécanisme non-seulement différent, mais absolument contraire à celui qui détermine les torsions opposées?

Or si, d'une part, Donders a fondé sa belle théorie des mouvements oculaires sur les enseignements fournis par le méridien vertical, c'est, d'autre part, comme on vient de le voir, assurément aux données apportées par les rotations du méridien horizontal que s'est exclusivement attaché M. Helmholtz.

De quel côté est donc la vérité? C'est ce que nous allons chercher à établir.

§ 4. — Dans le système des projections obliques sur un plan vertical, le sens véritable des torsions oculaires était-il indiqué par les inclinaisons du méridien horizontal, ou, au contraire, par celles du méridien vertical?

C'est donc le méridien horizontal (primaire) dont les variations vont être observées par M. Helmholtz; il négligera celles du méridien perpendiculaire, « parce que, dit-il, la perpendiculaire au » plan de regard ne se confond pas en projection avec les lignes » verticales de la tenture. Celle-ci (la perpendiculaire au plan » de regard) paraîtrait, au contraire, tournée dans le même sens » que l'image accidentelle, et d'un angle même plus considérable » que cette image. »

Il est certain que la perpendiculaire au plan de regard ne peut se confondre en projection avec les verticales de la tenture, et même que la projection de cette ligne sur le plan vertical paraîtrait, ainsi que le dit l'auteur, inclinée dans le même sens que l'image accidentelle horizontale (pour *un* œil, du moins; le droit, dans l'expérience en question). Mais cela ne touche en rien au point en discussion, et il y a eu ici confusion. Ce n'est pas, en effet, de la perpendiculaire au plan de regard (*binoculaire*) qu'il s'agit dans l'expérience, mais des *traces* laissées sur la tenture par les *plans méridiens verticaux primaires* de chaque œil considéré isolément. Ce sont ces plans qu'il s'agit d'observer dans leurs rapports avec les verticales de la tenture et non la perpendiculaire *au plan de regard*, laquelle, pour toute distance finie ou

mesurable du point de mire, ne se confond avec le plan vertical primaire de l'un ni de l'autre œil.

Lorsque le plan de regard binoculaire est dirigé directement en avant, dans le plan horizontal, qu'il se confond avec le méridien primaire horizontal de chaque œil, alors, en effet, la perpendiculaire audit plan de regard se trouve dans le plan vertical primaire de chaque œil. Mais le plan de regard changeant, ces rapports changent. Tant qu'il est dirigé exactement en avant, la perpendiculaire à ce plan, au point où elle rencontre la tenture verticale, fait avec elle le même angle que le plan de regard avec le plan de l'horizon. Cette ligne se dirige, dans l'espace, de *haut en bas et d'avant en arrière*; le plan qui la projetterait soit dans chaque œil, soit sur la muraille, plan qui passe par le centre de chaque œil, donnerait donc deux lignes se croisant, au point de fixation, avec la verticale et inclinées, *pour chaque œil*, de *haut en bas* et de *dedans en dehors*.

Tandis que c'est avec la *verticale même* que se confondent sur la tenture les intersections des plans verticaux qui, de chaque côté, contiennent la ligne de regard.

Deux plans verticaux se coupant, nécessairement, suivant une verticale.

Les lignes de regard se portent-elles maintenant dans l'obliquité et dans l'élévation, les rapports que nous venons de définir restent les mêmes; seulement les projections obliques de la perpendiculaire au plan de regard ne sont plus symétriques relativement à la verticale qui passe par leur point de concours.

C'est donc à tort que M. Helmholtz dédaigne les enseignements apportés par les inclinaisons apparentes des images accidentelles verticales sur la muraille transversale.

Mais c'est plus à tort, encore, que le savant professeur adopte ceux tirés des rapports avec les lignes horizontales de la tenture, des traces des méridiens primaires horizontaux, ou de leurs images accidentelles; — car c'est de ce côté qu'est l'illusion.

C'est ce qu'il va être aisé de démontrer :

Dans l'exposé de ces expériences et de leurs conclusions, M. Helmholtz désigne les images accidentelles dont il est ici

question, comme les *projections* des méridiens primaires sur le plan de la muraille transversale. Cette expression et l'idée qu'elle représente étaient justes dans le cas de la position initiale, où les plans méridiens primaires tombent sur le plan de la muraille à angle droit; elles ne le sont plus dans le cas de la position terminale pour laquelle ces plans coupent le plan transversal de la tenture sous une inclinaison quelconque plus ou moins considérable. Dans le système expérimental adopté, au lieu d'être de véritables projections, ces lignes sont de simples intersections de plans mutuellement inclinés, des traces obliques.

Or nous venons de démontrer, contrairement à l'appréciation de M. Helmholtz, que, dans ce système de projections obliques, tant que le méridien primaire vertical demeure vertical, sa trace sur le plan d'expérience (vertical lui-même) doit demeurer verticale.

Par contre, la trace sur le plan d'expérience du méridien primaire horizontal doit, si celui-ci conserve avec le méridien primaire vertical ses rapports de perpendicularité, se montrer, dans la position terminale, *inclinée* et dans le sens des observations précitées de M. Helmholtz.

Lors de l'élévation du regard, le méridien primaire horizontal ne demeure plus horizontal : il se meut, ou peut se mouvoir autour d'une horizontale, mais il n'est pas horizontal lui-même. Que devient alors son intersection avec le plan transversal de la muraille?

Si le regard demeure perpendiculaire à celle-ci, la trace du méridien primaire qui tourne autour d'une horizontale parallèle à la tenture, sera évidemment encore une horizontale. Ici point de contestation.

Mais si l'élévation est en même temps oblique, c'est autre chose, et le plan du méridien primaire horizontal, tournant autour d'une horizontale, ne couperait plus le plan de la tenture suivant une horizontale, mais bien suivant une droite dirigée *de bas en haut et d'avant en arrière* (1). Au point de fixation, elle rencontre

(1) On peut déterminer exactement cette dernière ligne : si on appelle α l'angle de la projection horizontale de la ligne du regard (l'angle latéral de M. Helmholtz)

une des horizontales de la tenture ; jusque là elle est nettement *au-dessous* de cette dernière.

On peut d'ailleurs représenter à l'esprit ce double résultat géométrique d'une manière plus simple encore :

Les deux méridiens primaires ou cardinaux de l'œil constituent un système de deux plans perpendiculaires, l'un horizontal, l'autre vertical, et dont la ligne d'intersection est, par exemple, dirigée exactement d'arrière en avant (ligne de regard).

Coupons ces deux plans par un troisième qui leur soit perpendiculaire à tous deux ou à leur commune intersection ; les traces des deux premiers plans sur le troisième représenteront exactement les angles dièdres des deux premiers plans, et toute variation qui surviendrait dans ces angles, si l'un de ces plans venait à tourner sur l'autre, sera fidèlement reproduite sur le plan sécant perpendiculaire à l'un et à l'autre.

Ce sera le système des *projections orthogonales*.

Qu'arrive-t-il, au contraire, dans le système des projections obliques employées par les expérimentateurs et traitées par eux comme des projections orthogonales ?

Les choses s'y passent comme si le système des deux plans rectangulaires primitifs demeurant dans les mêmes rapports angulaires élevait simplement sa commune intersection, d'un certain nombre de degrés, en la faisant tourner autour d'un point fixe, dans le plan vertical dirigé d'arrière en avant ; et que, *secondement*, le plan de la muraille *toujours vertical*, s'inclinât latéralement d'un certain angle ouvert, par exemple, sur la droite (ce qui correspond à la direction du regard *en haut et à droite* qui a servi de texte à la démonstration).

avec la perpendiculaire à la muraille, d la longueur de cette perpendiculaire ou la distance du centre de rotation de l'œil à la muraille ; la charnière horizontale autour de laquelle se meut la ligne de regard coupe la ligne de terre ou le plan de la muraille à une distance du pied de la perpendiculaire égale à $d \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$. C'est de cette distance sur le plan horizontal (ou sur la ligne de la terre) que part la trace sur le plan de la tenture du plan qui contient la ligne de regard (image accidentelle du méridien primaire horizontal) ; de là elle se dirige vers le point de fixation où elle rencontre une des lignes horizontales de la tenture, par rapport à laquelle elle est donc jusque-là évidemment inclinée de *bas en haut et d'avant en arrière*.

Il est visible que la trace du plan vertical primaire sur ce dernier plan sécant demeurerait verticale, et que les intersections de ce même plan avec le primaire horizontal seraient dirigées *d'avant en arrière et de bas en haut*; que l'angle mutuel de ces deux traces serait obtus du côté gauche de l'observateur, aigu du côté opposé. Et cependant les angles dièdres premiers seraient toujours demeurés des angles droits.

Il résulte, ce nous semble, de ces considérations purement géométriques que si dans le passage de la position primaire à la direction secondaire, le méridien vertical primaire demeure vertical ; si, en second lieu, le méridien primaire horizontal conserve avec le premier ses rapports de perpendicularité, la trace ou projection oblique du méridien vertical sur la muraille sera verticale; mais la trace du méridien primaire horizontal sera inclinée *de bas en haut et d'avant en arrière*, et d'autant plus, que pour une même inclinaison latérale, le point de fixation sera plus élevé.

En définitive :

Les conclusions formulées par M. Helmholtz au sujet des inclinaisons observées par lui dans les images consécutives des méridiens primaires, lors des directions obliques du regard, doivent être de point en point réformées. Contrairement à son opinion :

Les inclinaisons du méridien vertical doivent être considérées comme *valables*, au degré près ; celles du méridien horizontal, au contraire, absolument *réservées*. Dans ce système d'expérimentation, seule pourra nous renseigner exactement l'épreuve reprise au moyen des *projections orthogonales*.

§ 5. — **Projections orthogonales**.

Pour avoir la véritable *projection* des plans primaires de l'œil, aux deux limites du mouvement, il fallait, lors de la position terminale, se placer dans les mêmes conditions que lors de la position initiale, c'est-à-dire observer les traces ou images accidentelles desdits plans primaires sur un *plan perpendiculaire à la ligne de regard*, au point de fixation. A cet effet, si l'on dispose

un châssis plan, tendu des mêmes papiers que dans l'expérience initiale, *perpendiculairement à la direction du regard dans la direction terminale*, et qu'on recommence alors l'expérience, on trouve toujours les traces ou images accidentelles des méridiens primaires vertical et horizontal à angle droit, l'une sur l'autre et *en outre inclinées ou tournées, toutes deux, et du même angle*, dans le sens désigné par M. Helmholtz sous le nom de *sens direct*, celui auquel s'était arrêté Donders (1).

La méthode des projections orthogonales démontre donc, conformément à la proposition de Donders, et en opposition, *par conséquent*, avec celle d'Helmholtz, que dans le mouvement en haut et à droite :

Les méridiens primaires subissent tous deux une inclinaison dans le sens direct et de même grandeur l'une et l'autre, ainsi d'ailleurs que tous les méridiens intermédiaires.

Et il en est de même pour toutes les autres directions du regard : les résultats fournis à Donders par l'observation du méridien primaire vertical sont exacts pour toutes les directions.

L'expérience peut même être faite à moins de frais et plus simplement encore.

Au lieu des rubans en croix, prenons pour objet propre à déterminer les images persistantes une fenêtre bien éclairée ; au lieu de châssis disposés dans les positions extrêmes, perpendiculairement à la direction oblique du regard, projetons tout bonnement les impressions accidentelles sur le fond idéal que nous fournissent nos yeux fermés, en ayant soin de porter mentalement et avec persistance notre regard dans la direction oblique ci-dessus indiquée. Dans ces conditions encore, l'image de la fenêtre, dans son ensemble et avec ses croisillons, s'inclinera tout entière dans le sens précisé par Donders et *ne subira aucune déformation*. Les croisillons seront, ainsi que la fenêtre elle-même, parfaitement rectangulaires et tournés comme elle-même.

(1) Pour une inclinaison en haut et à droite déterminée par un angle ascensionnel (ou de latitude) de 18 degrés, et un angle latéral (ou de longitude) de 25 degrés, l'angle de rotation exécuté par les méridiens nous a paru mesurer de 6 à 10 degrés. Cette détermination angulaire est des plus délicates.

§ 6. — Conséquences déduites par M. Helmholtz de la prétendue inclinaison en sens inverse des deux méridiens primaires dans le regard oblique. Loi des rotations de Listing.

Nous pourrions nous arrêter ici, les épreuves orthogonales ne laissant point de place au doute. Cependant, comme le dissentiment expérimental dont nous venons de donner la solution a été l'origine et le fondement d'une théorie considérable, dominante en ce moment même, nous ne pouvons fuir le devoir de la considérer *en face*, c'est-à-dire, comme on va le voir, dans le système des *projections orthogonales*. Nous voulons et devons parler ici de la *loi des rotations*, dite de *Listing*.

Ne pouvant éviter d'être frappé de la dissonance introduite dans la mécanique oculaire par « *l'inclinaison en sens opposé des deux méridiens primaires de l'œil, lors du mouvement oblique du regard* », M. Helmholtz revient sur ce paradoxe, au moins apparent, en des termes qui indiquent suffisamment la voie dans laquelle il va entrer, à la suite de Listing :

« Comme les lignes horizontales et les lignes verticales présentent des rotations en sens contraire, on peut déjà prévoir, dit-il, après Listing, qu'il doit exister des *lignes intermédiaires* dont les images accidentelles sont *parallèles à la direction primitive*. »

Listing effectivement avait annoncé que ces lignes intermédiaires existent et qu'elles ne sont autres que la direction même que suivra la ligne de regard lors du mouvement oblique, et la perpendiculaire à cette ligne. C'est suivant ces deux directions, fixées à l'avance, que l'auteur disposera les objectifs destinés à la production des images consécutives persistantes, et ce seront ces images dont il s'agira de contrôler les directions dans leurs rapports avec des directions de repère prises sur la tenture de la muraille.

Se disposant par exemple à porter le regard en haut et à droite suivant une inclinaison semblable à celle des expériences précédentes, soit de 45°, M. Helmholtz place ses rubans colorés rouges en croix de saint André, et reprend les expériences ci-dessus

relatées, avec les images persistantes déterminées par ces impressions lumineuses, toujours sur la muraille transversale ; seulement les lignes de la tenture sont inclinées dans la direction que suivra le regard, et dans la direction rectangulaire, soit : 45 degrés sur les directions cardinales.

L'éminent auteur constate alors que *dans la plupart des cas expérimentaux*, il y a coïncidence de direction des images accidentelles à 45° et des lignes de la tenture également à 45 degrés. (Voyez sur la fig., page 356, les lignes *cc*, *dd*, position initiale, $\gamma\gamma$ et $\delta\delta$, position terminale.)

Nous avons répété ces expériences pour les inclinaisons de 25, 35 et 65 degrés, et n'y avons point relevé de dérogations sensibles : ces résultats peuvent être considérés comme à peu près exacts en fait.

Mais, après avoir reconnu l'exactitude de l'observation, devons-nous accepter la conclusion de l'auteur, quand il dit :

« Que ces deux lignes ne variant pas, les méridiens qu'elles représentent ne varient pas non plus dans le mouvement étudié »?

Aucunement : l'objection développée par nous à l'endroit des méridiens cardinaux a également ici toute sa valeur.

Les traces déterminées sur le plan de la muraille par les plans de projections obliques ne gardent point visiblement l'une à l'égard de l'autre, avec plus de constance que pour les plans cardinaux, les inclinaisons propres des plans qu'elles représentent : l'obscurité de leurs relations respectives réelles est même accrue par l'obliquité de leurs plans par rapport aux plans cardinaux. Pour avoir une donnée exacte et comparable, il faut encore ici avoir recours aux projections orthogonales.

Or, reprenant ces expériences dans ces nouvelles conditions, et *projetant les images sur un plan perpendiculaire à la ligne de vision, nous trouvons encore que les deux lignes en question, toujours à angle droit entre elles, conservent avec les traces des méridiens principaux leurs mêmes angles respectifs, et que tout l'ensemble tourne dans le sens direct comme l'avait formulé Donders.*

§ 7. — **Conclusion**.

Il ne peut donc plus être question de l'existence d'un plan particulier de l'œil (celui qui contient à la fois les deux lignes de regard dans leurs positions primaire et secondaire), et qui serait, lors des mouvements obliques, exempt des torsions ou inclinaisons imposées à tous les autres méridiens.

La discussion pourrait être close au seuil des expériences qui précèdent.

Cependant, au point de vue des enseignements généraux à recueillir pour le bien de la méthode, il n'est pas indifférent de rechercher ici l'origine de cette fausse direction suivie dans ce cas par la science, et la science la plus autorisée.

En présence de ces inclinaisons du méridien primaire vertical dans un sens, du méridien horizontal dans le sens contraire, et de ce qu'une telle constatation pouvait avoir de paradoxal, les auteurs de la nouvelle théorie avaient considéré « comme naturel de présumer qu'entre les lignes horizontales et verticales, il existe, pour chaque mouvement de l'œil, une direction intermédiaire où l'image accidentelle demeure parallèle à son objet ».

L'expérimentation avait semblé sanctionner cet aperçu. Mais, d'après l'observation du tableau plus exact fourni par les projections orthogonales, il est visible que les premiers expérimentateurs avaient méconnu le rôle joué, dans ces apparences, par l'obliquité des projections et l'avaient à tort attribué à l'évolution même des mouvements oculaires.

Les résultats obtenus dans le système des projections orthogonales montrent suffisamment que les phénomènes observés dans la méthode oblique doivent être considérés comme les conséquences exclusives de la méthode, et non comme la représentation exacte des mouvements réels. La constance de l'inclinaison des images accidentelles dans la direction intermédiaire de Listing tient sans doute à une sorte de compensation entre les inclinaisons extrêmes et contraires des méridiens cardinaux amenées par l'obliquité du plan de projection.

En résumé, ces vérifications expérimentales ont le double effet de supprimer, non point de l'histoire, mais du tableau de la science, *la loi dite des rotations de Listing*; mais, en revanche, de confirmer les lois établies par Donders et sapées par les propositions du premier. Cependant, comme les erreurs d'un esprit droit sont rarement à repousser tout d'un bloc, qu'elles ne sont guère sans avoir quelque raison d'être plausibles, il n'est que juste de creuser les propositions de l'auteur allemand pour en retirer une idée ou un fait qui doivent leur survivre. D'autant plus qu'on en peut extraire aussi une leçon de méthode.

La proposition de Listing est peut-être, comme on va le voir, bien moins la fille légitime de l'observation expérimentale, que la conséquence d'une vue inductive, justifiable à bien des égards, mais portant en elle ce défaut si insidieux auquel succombent les esprits les plus justes et qui caractérise trop souvent l'induction.

L'expérience et la suggestion de Listing sur ladite direction intermédiaire sont, en effet, tout aussitôt suivies de la proposition qui a reçu son nom et qu'il formule comme il suit :

« Lorsque la ligne de regard passe de sa position primaire à une position quelconque, l'angle de torsion de l'œil, dans cette seconde position, est le même que si l'œil était venu dans cette position en tournant autour d'un axe fixe, perpendiculaire à la première et à la seconde position de la ligne de regard. »

Cette proposition nous eût paru gagner en clarté à être simplement exprimée comme il suit :

« Lorsque le regard passe d'une position à une autre, il peut être considéré comme ayant tourné, par simple rotation, *autour d'un axe fixe perpendiculaire au plan qui contient les deux lignes de regard dans leurs positions extrêmes.* »

Ainsi exprimée, cette proposition eût frappé aussitôt l'esprit en ce qu'elle eût reproduit une loi de la mécanique rationnelle, faisant parcourir à la ligne de regard, de la première position à la seconde, *le plan du grand cercle* qui les contient l'une et l'autre, c'est-à-dire réalisant le mouvement cherché, par *le plus court chemin*, ou avec le minimum d'effort. Cette proposition

n'est autre que le principe de la *moindre action*, dans les transmissions de force au moyen d'organes fixes et inextensibles. Il eût été assurément satisfaisant de le voir complétement réalisé par la nature; mais l'inclinaison incontestable dans un sens donné de tout le système, démontrée par les projections orthogonales, force à reconnaître qu'il faut renoncer à une satisfaction aussi entière ou plutôt aussi simple.

La fixité de l'axe de rotation fait ici manifestement défaut, de peu sans doute; et le mouvement se rapproche beaucoup de celui qui serait formulé par loi de Listing ou du minimum d'action; mais enfin il y a écart, et écart mesurable. Cet écart est dû sans doute à la flexibilité, à la mobilité des éléments organiques qui servent de leviers, aux irrégularités obligées, sans doute, qui s'observent dans la disposition des forces (muscles) appliquées au globe oculaire.

Aussi, si nous sommes contraints d'abandonner la loi même, regrettable assurément, de Listing, nous devons reconnaître que cette loi doit cependant représenter le plan de la nature, mais altéré dans son exécution par les imperfections obligées de l'organisme.

Mais par contre, et comme compensation amplement suffisante, nous pouvons nous reposer avec confiance dans la loi de Donders, loi si fertile en déductions physiologiques et pathologiques, qu'on peut la considérer comme une des plus brillantes conquêtes de la physiologie oculaire moderne.

Nous conclurons donc cette discussion par la formule suivante :

« Lors des mouvements obliques du regard, à l'horizon, l'axe de rotation du globe n'est point fixe; le méridien primaire vertical s'incline en portant du côté du point de mire l'extrémité de son diamètre la plus voisine de cette direction; tous les autres méridiens s'inclinent avec lui dans le même sens et du même nombre de degrés. »

Paris. — Imprimerie de E. Martinet, rue Mignon, 2.

RECHERCHES PHYSIOLOGIQUES

SUR L'APPROPRIATION DES PARTIES ORGANIQUES

A L'ACCOMPLISSEMENT D'ACTIONS DÉTERMINÉES

Par M. Ch. ROBIN
Membre de l'Institut.

(Suite et fin.) (1)

Disons ici une dernière fois que ce n'est pas un par un qu'apparaissent les éléments anatomiques, pour montrer un certain arrangement réciproque quand ils seraient devenus assez nombreux pour permettre de dire qu'ils forment un tissu et pour se disposer en quelque sorte côte à côte de manière à construire un organe en passant ainsi du petit au plus grand. Plusieurs éléments apparaissent en même temps, configurés, construits d'une certaine manière individuellement, associés entre eux et formant une partie d'un volume et d'une conformation en rapport avec ces caractères et avec leur nombre; puis c'est à mesure que dans leur intimité individuelle se passent les phénomènes de leur évolution propre que des parties nouvelles de même espèce ou d'espèce différente s'ajoutent à elles et reconnaissent comme condition de leur apparition ces phénomènes-là. Aussi, nulle des questions posées concernant la production des parties et du tout organique et la conservation ou mieux la répétition de leurs formes, dans de certaines limites, ne peut être résolue tant que l'on cesse d'avoir présent à l'esprit quoi que ce soit de ce qui touche à la composition immédiate des parties simples, à leur apparition, à leur développement et à leur nutrition, et nulle supposition ne saurait suppléer à ces notions.

Ainsi, les éléments apparaissent dès l'origine en assez grand nombre pour former un organe d'une configuration en rapport avec leur constitution propre et leur association primitive, bien que celui-là soit beaucoup plus petit et autrement conformé qu'il ne

(1) Voyez ci-dessus, page 77.

sera plus tard, tant parce que ces éléments sont plus petits que parce qu'ils sont moins nombreux.

Notons ici une conséquence importante de ces phénomènes. Nous avons vu que chaque organe qui apparaît ainsi constitué, devient par le fait même de son apparition dans certains cas, de son arrivée à un certain degré de développement dans les autres, la source des conditions indispensables pour l'apparition de quelque autre organe; or, il résulte de là que chacun de ceux-ci se trouve ne jamais avoir été séparé des autres, et au contraire conserve toujours cette contiguité ou cette continuité qui sont si nécessaires dans toute ordination de parties quelconques destinées à concourir à un but commun. Là se trouvent les conditions qui font que les organes premiers constitués de tissus différents, tels que les muscles, les tendons, les os, les ligaments, n'ayant jamais été séparés et ayant développé corrélativement leurs saillies et leurs dépressions en sens inverses l'une de l'autre offrent une adhésion par contiguïté immédiate qui est proportionnelle à leur propre consistance; de là vient aussi que ces organes et autres ne glissent les uns sur les autres que lorsqu'ils sont séparés par quelque tissu très-extensible, tel que le tissu cellulaire ou lamineux ou par les feuillets d'une séreuse dont ce sont les faces opposées qui glissent l'une contre l'autre.

Il importe maintenant de ne pas oublier que l'observation montre le nouvel être ainsi composé d'abord de parties peu consistantes, il est vrai, mais solides, diversement configurées et diversement associées en tissu et en organes selon cette constitution; puis que c'est alors que sont ainsi apparus dans une solidarité statique nécessaire de véritables organes permanents que de certains de ces derniers proviennent directement, par exsudation exosmotique et désassimilatrice de principes, d'abord assimilés en excès des liquides ou humeurs propres à cet être.

Or, en raison de leur composition immédiate et de leur fluidité, ils ne peuvent pas ne pas entrer en relation par des échanges de même ordre soit avec les milieux organiques ou maternels dans le cas des animaux vivipares, soit avec les modificateurs cosmologiques ou généraux dans celui des êtres ovipares. Les fluides

constituent ainsi dès l'origine un milieu intérieur, servant d'intermédiaire physico-chimique entre les agents extérieurs au nouvel être de quelque nature qu'ils soient et les parties solides directement actives dont il provient primitivement ; humeurs avec la composition immédiate desquelles celles de cet être conservent toujours inévitablement d'intimes rapports et dont il n'a jamais été séparé mécaniquement.

La lésion physique et moléculaire ou constitutive originelle entre les solides et les liquides qui les produisent, qui ne cesse jamais sous le rapport surtout de l'influence réciproque des uns sur les autres ne saurait donc être plus intime, plus minutieuse et leur ordination pour l'accomplissement d'actes corrélatifs plus inévitable.

Or, il est reconnu de tous que les qualités dynamiques des corps bruts leur sont inhérentes ou consubstantielles et que sous ce rapport la matière à l'état d'organisation ne fait exception en quoi que ce soit avec les premiers.

Il n'est pas moins nettement démontré que ces qualités varient dans les formes élémentaires de la substance organisée avec la constitution intime de chacune de celles-là. Aussi nul de ceux qui sont familiers avec l'étude de la substance organisée ne peut aujourd'hui se refuser à reconnaître que tous les divers phénomènes dits vitaux résultent exclusivement de la corrélation nécessaire et de l'action réciproque entre ces deux éléments indispensables ; l'organisme ainsi constitué et les milieux tant intérieurs qu'extérieurs, représentés les premiers par les humeurs, les autres par l'ensemble total des circonstances extérieures d'un genre quelconque compatibles avec l'existence de celui-là. Dès lors comment ne pas reconnaître aussi que dès ce moment il y a déjà nécessairement solidarité entre toutes les parties qui constituent le nouvel être et que leur jeu ne peut conduire qu'à des actes d'un ordre déterminé par cette solidarité qui représente l'arrangement convenant à l'accomplissement de ces actes ?

Il faut avoir poursuivi pas à pas sur des embryons de vertébrés et d'invertébrés l'examen de cette influence successive de la génération d'un tissu sur celle d'un autre ou sur la production d'une

humeur, comme celle du cylindre cardiaque sur la formation du sang et ainsi des autres, pour saisir comment, mais non pourquoi, l'apparition de l'un des précédents détermine celle de celui qui suit ; comment un trouble causé dans le développement du premier en amène dans la genèse du second, alors même que ces perturbations ont précédé l'apparition de celui-ci. Il faut avoir suivi la succession de ces phénomènes pour saisir comment la génération des pièces squelettiques amène celle des masses musculaires, puis celle de ces dernières détermine celle des faisceaux des tendons correspondants qui naissent après ceux-là et jamais avant ; comment l'arrivée de l'intestin à un certain degré de développement entraîne la génération du foie, etc. Comment celle du chorion dermique ou muqueux, à telle phase de son évolution, suscite en quelque sorte la genèse de diverses glandes à sa face profonde.

C'est si bien d'après un ensemble de conditions nécessaires de cet ordre, oscillant en quelque sorte dans leur succession entre celles qui causent les monstruosités et celles qui ne sont plus compatibles avec le maintien de l'état d'organisation que naissent les organes , c'est si peu pour *remplir le vœu* de l'accomplissement d'une fonction d'après une *préméditation de l'acte de leur création* qu'ils apparaissent, que divers organes se forment sans arriver jusqu'au degré d'évolution intime qui entraîne l'aptitude à l'accomplissement d'un usage, que d'autres atteignent ce degré, soit plus, soit moins, d'un individu à l'autre, ce qui amène les différences individuelles morphologiques et fonctionnelles.

Il y a beaucoup de ces organes qui nés absolument à la même époque et de la même manière que leurs homologues et homonymes des individus d'un autre sexe ou d'une autre espèce, n'atteignent pourtant pas le développement indispensable à l'aptitude fonctionnelle et constituent les *organes sans fonctions ou mieux sans usages*. Tels sont les mamelles et le mamelon chez tous les mâles des Mammifères, les dents des baleines qui ne percent jamais les gencives, les membres des orvets qui restent toujours sous la peau, les doigts de divers animaux ongulés ou piomipèdes qui offrent le même exemple, et tant d'autres faits analogues chez les

animaux et les plantes. D'autres au contraire continuent à se développer alors qu'ils ont perdu certaines des dispositions qui les rendaient primitivement propres à l'accomplissement d'un usage ; tels sont les organes de Rosenmüller sur l'homme et la femme.

C'est cette succession d'influence qui détermine inévitablement la génération et le développement des parties de telle sorte que chacune devient génératrice de la suivante sans que celle-ci ait de lien génésique direct avec la précédente ; c'est ensuite l'oscillation de cet ensemble de conditions les unes intrinsèques ou relatives à l'ovule, etc., les autres extrinsèques ou de milieu, c'est leur oscillation, dis-je, entre des limites circonscrites par les monstruosités d'une part et de l'autre par la mort qui maintient chez chaque nouvel être une certaine uniformité dans la structure fondamentale par rapport à ses antécédents qui ont fourni les principes immédiats indispensables à sa genèse originelle et à son premier développement. C'est ce rapport établi dans le temps et dans l'espace que les biologistes appellent le *plan de l'organisation.*

Ce sont les exemples d'apparition de parties nullement nécessaires au mode d'existence des animaux ou des plantes qui font dire à plusieurs qu'il y a des organes dont *la présence n'a pas pour but l'accomplissement d'une fonction, mais l'observation d'un plan de création déterminé et prémédité*, plan dont le lien intellectuel et idéal existerait dans l'esprit du créateur seul et ne serait nullement maintenu par l'action nécessaire des lois de l'ordre de celles auxquelles se rattachent les phénomènes physiques.

L'observation prouve que ce *plan* n'est manifestement pas une figure décrite sur une surface plane, mais il se développe au contraire suivant une ligne courbe à double courbure comprise entre deux surfaces limites représentées par celle sur laquelle se dessinent les monstruosités d'une part et de l'autre par celle qui touche à l'extrémité de l'existence de cette ligne biologique, marquant le point où cessent les phénomènes vitaux et où se détruit l'individu quand des influences perturbatrices s'écartent trop du plan médian fictif compris entre les deux extrêmes.

En d'autres termes, des changements trop brusques ou trop prononcés dans les milieux extérieurs ou intérieurs faisant disparaître ce qu'offre de fondamental et d'essentiel l'état d'organisation, les relations réciproques entre l'organisme et les milieux cessent, tout développement ovulaire, adulte ou fébrile est anéanti et l'économie se détruit chimiquement.

Si ces changements de tel ou tel ordre des milieux ou portant directement sur la substance organisée elle-même restent compatibles avec l'existence, ce sont des anomalies qui surviennent.

Il faut spécifier encore à la suite des données qui précèdent que si les éléments anatomiques naissent d'abord plusieurs à la fois en tant que tissus, c'est-à-dire en présentant dès l'origine une texture ou arrangement réciproque déterminé en rapport avec leur constitution propre, ce n'est pas sous forme de couches ou de cylindres continus se subdivisant ensuite en parties diverses que se montrent les tissus qui chez l'adulte constituent des organes discontinus. C'est au contraire immédiatement à la place qu'ils occuperont toujours. La corde dorsale, le corps des vertèbres et quelques organes continus, tels que certains vaisseaux et nerfs, font seuls exception à cet égard dans de certaines limites, en raison de différences d'accroissement relatif entre eux et d'autres organes après qu'ils sont déjà nés.

Ainsi, en même temps que les parties constituantes du corps apparaissent ordonnées en tissus, elles se présentent aussi groupées ou divisées en organes, inévitablement et directement contigus ou continus les uns avec les autres selon leur constitution élémentaire propre et dans un état de solidarité par contiguïté et continuité que rend inévitable leur génération successive ; l'apparition de celui qui se montre le second étant précisément déterminée par les conditions nouvelles dans lesquelles se trouve placé le germe par le fait même de la production du premier, et cela s'accomplit et se suit fatalement dans un ordre analogue, jusque dans les monstruosités lorsque quelque circonstance accidentelle a modifié l'organe antécédent sans compromettre absolument l'existence de l'être quel qu'il soit.

Or, cette solidarité statique est précisément ce qui fait anatomi-

quement un appareil unique d'un ensemble d'organes différents par leur constitution propre et vu la consubstantialité ou immanence des propriétés aux éléments anatomiques arrivés à tel ou tel degré de développement, qui sont les facteurs individuels de chacun des ordres d'actes observés lors de leur conflit réciproque avec le milieu ambiant, ces actions ne sauraient être autrement qu'harmoniques et susceptibles d'amener l'accomplissement d'un usage en rapport avec la constitution élémentaire des parties.

De plus, chaque organe par le fait de son activité est ainsi mis en mesure, comparativement à ce qu'il est à l'état de repos, de déterminer la naissance d'éléments à côté d'autres éléments ou des parties nouvelles à côté de celles qui existent dans l'intimité de ceux-ci, de manière à les amener plus ou moins vite, selon les degrés et la direction de cette activité au maximum de leur développement anatomique et fonctionnel, dans tel ou tel sens. Chaque phénomène devient de la sorte générateur de quelque autre qui le suit, et porte les modifications évolutives de l'organe actif au plus haut point qu'elles puissent atteindre. Or, c'est là le côté si simple et si net de la loi d'appropriation des parties à l'accomplissement d'actes définis qui métaphysiquement envisagé en dehors de ses conditions déterminantes réelles, a fait dire que la *fonction fait l'organe*.

Ainsi qu'on le voit, étant donnée la consubstantialité des propriétés, et elle est l'appropriation des parties qui en sont douées, l'accomplissement de tel ou tel acte (à une fin prévue, suivant l'expression adoptée par les métaphysiciens) résulte de leur ordination et de leur solidarité statique.

Celle-ci à son tour résulte de ce que la génération de tout organe consécutivement à un autre, aussi bien que chacun de leurs états consécutifs à leur genèse, est le résultat nécessaire de l'apparition de chacun des précédents et le moteur indispensable du fait analogue suivant. Le tout dans un ordre constant qu'il faut avoir constaté une fois pour en avoir une idée nette.

Ce que Charles Bonnet pense de l'univers est donc, comme on va le voir, entièrement applicable aux êtres organisés et il est certain que s'il eût possédé des notions convenables sur les divers

degrés de l'état d'organisation et sur l'ordre et le mode de l'apparition embryogénique de chaque organe, il eût dit de ces êtres ce qu'il dit du monde au lieu de recourir à l'hypothèse de la préformation et de la préordination de leurs parties.

Toute partie, écrit-il, a des rapports au tout. L'univers est un système de rapports; ces rapports sont déterminés les uns par les autres. Dans un tel système, il ne peut rien y avoir d'arbitraire. Chaque état d'un être quelconque est déterminé naturellement par l'état antécédent; autrement l'état subséquent n'aurait point de raison de son existence.

Des parties nées successivement, de telle sorte que la génération des unes est déterminée par l'ensemble des conditions nouvelles qu'apporte la naissance des antécédentes, et simplement contiguës réciproquement et avec certains autres qui sont continues entre elles, ces parties ne peuvent qu'être solidaires fonctionnellement, ne fût-ce que de proche en proche par le fait de leur rénovation moléculaire nutritive, source de croissance et de reproduction, lorsque le tout formé par cet ensemble est dans un tel conflit avec le milieu ambiant que l'assimilation l'emporte sur la désassimilation rénovatrice.

C'est même à cela que se bornent la solidarité statique et le consensus fonctionnel dans les plantes, dans les ovules et dans les animaux adultes les plus simples. Mais la prépondérance de la solidarité et du consensus, amenés graduellement comme nous l'avons vu, devient d'autant plus prononcée qu'il s'agit d'organismes plus composés et de phénomènes plus éminents par leur complexité.

C'est ainsi, comme le remarque nettement A. Comte, que le consensus animal est bien plus complet que le consensus végétal; en outre, il se développe évidemment à mesure que l'animalité s'élève, lorsque par exemple un organe d'impulsion, vasculaire c'est-à-dire un cœur devient le centre distributeur des principes tritifs indispensables à toute vie végétative ou fondamentale, par des conduits en continuité avec lui jusque dans les organes les plus essentiels.

Car aujourd'hui il est bien déterminé que ce n'est point par

l'intermédiaire de l'instinct de conservation relatif au corps, que le cerveau a conscience des actes de la vie végétative. Ces actes, comme nous l'avons vu, sont sourds et silencieux, comme tous les actes moléculaires sans que leur silence et leur lenteur enlèvent rien à leur puissance. De là le profond étonnement éprouvé par tous ceux qui constatent sur eux-mêmes l'évolution plus ou moins avancée de quelque produit morbide ainsi développé sans aucun signe révélateur jusqu'au jour où il est devenu tangible, ou vient à troubler par son volume ou son poids le jeu de quelque organe. Les sources du sentiment de l'existence aussi bien que de l'unité fonctionnelle doivent être cherchées ailleurs que dans l'instinct de conservation personnelle quelque énergique que soit celui-ci ; il résulte en effet du jeu des systèmes d'organes formés de tissus à éléments continus avec eux-mêmes établissant la solidarité ou sympathie fonctionnelle directe ou indirecte ; tels sont le système nerveux de la vie végétative ou sympathique pour la transmission au cerveau de certains états des viscères dits insensibles et les autres parties du système nerveux en général ; tel est le système vasculaire pour la transmission des principes servant à la rénovation moléculaire nutritive et servant aussi de milieu intermédiaire entre le milieu général ou extérieur et les agents directs des actes d'ordre organique, c'est-à-dire les éléments anatomiques.

Enfin, en ce qui touche les parties aux éléments constitutifs fondamentaux desquelles sont inhérentes des propriétés dites de la vie animale, ce sont encore des organes en continuité de substance avec un centre d'action bien plus complexe, qui sans discontinuité servent d'intermédiaire entre celui-ci et la plupart des autres parties, de manière à former ainsi le principal agent de la solidarité et du consensus biologiques. C'est en effet par les seuls systèmes anatomiques dont les différentes portions ne soient pas discontinues, le système vasculaire et le système nerveux, que mécaniquement dans l'un, biologiquement dans l'autre, s'établit cette solidarité fonctionnelle végétative d'une part, animale de l'autre qui de parties diverses fait un organisme ou économie dans lequel tout se tient, tout se lie, tout concourt à un but commun.

En résumé, nous voyons que le problème de l'ordination des parties, qui les rend solidaires et les conduit à offrir l'arrangement qui convient à l'accomplissement d'un acte déterminé, tel que la digestion, la respiration, la reproduction, la locomotion, etc., est un problème de physiologie pure et non de transcendance hyperphysique, dite parfois philosophique ; car pour bien des médecins encore, comme pour les lettrés, est philosophie tout ce qui est conception subjective et personnelle du monde inorganique ou organique, par déductions basées sur quelques notions de la réalité ramenées au plus petit nombre possible.

Ce problème est aujourd'hui sorti du domaine des suppositions explicatives de la métaphysique pour entrer dans celui des démonstrations par épreuve et contre-épreuve. L'intelligence de ces questions exige et leur solution surtout veut que soient nettement déterminées les notions d'organisation et de vie, tant végétative qu'animale, et celle de *milieu* corrélative à celle d'organisation, en ce qui touche particulièrement ce que celle-ci et les actions d'ordre organique ou vital offrent de fondamental, c'est-à-dire d'absolument général ; elles demandaient spécialement que fussent bien connus les divers degrés d'organisation, depuis celui qui est désigné par les termes d'*éléments anatomiques*, ou formes élémentaires sous lesquelles se présente toute substance organisée, jusqu'à celui d'*organisme*, en passant par les notions intermédiaires de tissu, de système organique, d'organe et d'appareil.

Ce que demandait par-dessus tout la solution de ce problème, c'était la connaissance, d'après des investigations directes, des faits qui concernent la génération de ces parties élémentaires et conséquemment des tissus résultant de leur association, des systèmes d'organes et des appareils ; questions embryogéniques dominantes et de création trop récente pour que le fondateur de la philosophie positive ait pu les connaître et les prendre pour appui de ses puissantes inductions.

Or, l'ordination des parties qui les rend solidaires et, par suite, aptes à remplir tel ou tel acte en rapport avec leurs diverses qualités consubstantielles, quand arrivées à un certain degré d'évolution ces qualités se manifestent, cette étude la montre due

précisément à ce que nulle part on ne voit leur préformation avec préordination, non plus que leur formation simultanée. Ce qui a lieu, c'est la génération successive de parties douées d'une activité propre, la modification ou la production antécédente étant ce qui amène les conditions de l'effectuation de la suivante, avec une constance telle qu'on a pu supposer l'existence d'un lien généalogique substantiel entre chaque partie élémentaire nouvelle et celle de même espèce ou d'espèce différente qui la précède immédiatement, supposition infirmée par l'observation.

Or, c'est précisément cette succession des organes qui entraîne inévitablement l'harmonie dans leur arrangement, et leur solidarité représentant l'ordination et l'appropriation à l'accomplissement d'un acte quand la première partie, la tache ou le bourrelet embryogène sont formés régulièrement; comme aussi c'est cette détermination du deuxième fait par le premier qui, lorsque celui-ci a eu lieu irrégulièrement, entraîne fatalement les monstruosités, mais non sans règle ni ordre ou lois dérivant de celles qui sont harmoniques.

Et dans cette succession, source d'harmonie ou d'accommodation, les parties simples ou composées ne sont pas faites du premier coup, ne sont jamais, lors de leur apparition, ce qu'elles seront plus tard; parce qu'en raison de la rénovation moléculaire continue, condition *sine qua non* de leur permanence, chaque chose qui se montre dans leur intimité devient motif de l'apparition d'une disposition qui suit bientôt.

Il en est ainsi également pour les propriétés spéciales qui leur sont immanentes, comme la contractilité et l'innervation, qui ne se montre que lors de l'arrivée des éléments musculaires et nerveux, à un certain terme de cette série de phénomènes. Les organes se trouvant être déjà solidaires, comme il vient d'être dit, lorsqu'a lieu le fait précédent, lorsque par la continuité des causes qui amènent cette accommodation harmonique, ils arrivent à être aptes à manifester leurs propriétés spéciales, l'arrangement qui convient à l'accomplissement d'un but déterminé se trouve obtenu.

On a vu, dans les pages précédentes, que ce n'est plus une

hypothèse dénuée de l'appui des vérifications expérimentales que celle des physiologistes qui ont fait sortir du domaine des vagues explications métaphysiques pour les faire entrer dans celui des démonstrations précises de la biologie, les anciennes doctrines sur l'appropriation des organes à l'accomplissement de leurs usages. Dire que cette accommodation a lieu en vertu d'une cause matérielle et non d'une cause spirituelle qui aurait ordonné et combiné les arrangements, n'est plus une simple supposition.

Cette appropriation reconnaît en effet pour cause la nutrition, l'accroissement et l'individualisation avec genèse et reproduction d'une des formes élémentaires de la substance organisée, dite ovule ou germe, entrant en relations réciproques avec un milieu compatible avec le maintien de la constitution immédiate et de la structure.

La manifestation régulière de ces trois propriétés simultanément a pour résultat général un phénomène inattendu, que l'observation seule a décelé ; c'est le groupement, dans un ordre régulier et constant, des parties qui naissent et s'individualisent, parties douées elles-mêmes de telles et telles propriétés qui, lorsqu'elles entrent en jeu, conduisent nécessairement à une fin, qui est déterminée par la structure de celles-là. La cause est la manifestation dans l'ovule et dans les parties analogues, selon la nature des êtres examinés, des propriétés d'ordre organique, dites végétatives ; elle est particulièrement représentée par les changements incessants, par les conditions nouvelles résultant du fait même de l'apparition de chaque partie qui naît, ou en d'autres termes par la succession des apparitions ; le résultat est l'harmonie qui représente l'accommodation ou appropriation des organes à l'accomplissement de leurs usages.

Cette cause est représentée par certaines des propriétés inhérentes à la substance organisée et dont les manifestations peuvent rester suspendues dans diverses circonstances ; elle est donc de celles qui sont dites d'ordre organique ; mais elle n'en est pas moins matérielle pour cela.

Elle est si peu de nature spirituelle, c'est-à-dire supposée plus créatrice, plus rectrice que les forces dites matérielles, et en anta-

gonisme avec celles-ci, qu'elle se trouve dans le jeu même des propriétés dites végétatives, c'est-à-dire de celles dont sont doués les végétaux et les animaux à la fois, mais qui sont les seules que les plantes possèdent à l'exclusion de toute autre propriété.

Cette ordination, en effet, n'est même pas un résultat de la manifestation des propriétés d'ordre organique ou vital les plus élevées, de celles qu'on ne trouve que chez les animaux, c'est-à-dire de la contractilité et de l'innervation. Aussi cette accommodation des organes à l'accomplissement de leurs usages a-t-elle lieu chez les plantes avec la même régularité, la même rigueur et la même constance que sur les animaux ; mais aussi sans présenter à côté d'eux aucune exception en ce qui touche la production des monstruosités, toutes les fois que quelque circonstance accidentelle intervient durant les rapports avec le milieu ambiant de l'être qui se développe.

Cette admirable ressemblance entre tous ces êtres, y compris l'homme, dans la succession des phénomènes, dans leurs modes, dans leurs résultats tant naturels qu'accidentels, ne laisse donc plus de place à l'intervention ici de cette tierce force, que les métaphysiciens disent être l'âme qui, en tant que forme active de chaque individu, représentant son organisme partiel et total, viendrait colliger et disposer les particules matérielles selon une idée créatrice et directrice, pour en construire le corps organisé, dont les attributions intellectuelles viennent ensuite dans cette hypothèse.

§ 6. — De la conservation des formes spécifiques dans le temps et dans l'espace par l'appropriation des parties aux usages qu'elles remplissent.

Nous venons de voir comment naissent dans un ordre hiérarchique constant les diverses parties constituantes de l'économie, alors que quelques instants auparavant elles n'existaient pas, l'apparition de l'une représentant la condition nécessaire à la genèse de l'autre.

Il nous reste actuellement à examiner une question bien plus souvent posée que les précédentes et qui plus que les autres fait

croire encore à l'existence d'une force spirituelle, en antagonisme avec les propriétés de la matière, et supposée plus créatrice et plus régularisatrice ou directrice que celles-ci.

Il s'agit de savoir comment il se fait que le corps et ses parties dans les êtres organisés, s'accroissent jusqu'à un certain terme seulement et reproduisent successivement de l'un à celui qui suit les mêmes formes à peu de choses près.

Que par ce mot de *forme* on entende avec beaucoup de géomètres et d'anatomistes la configuration seulement, c'est-à-dire une espèce de figure, ou au contraire l'ensemble des qualités quelconques d'un corps, comme le font les métaphysiciens, la question reste la même à peu de choses près pour les physiologistes.

Il faut bien noter du reste, que pour ceux qui connaissent le mieux ces questions, quoi qu'on en veuille dire, pour les biologistes et pour les médecins, la forme des êtres organisés, dans quelque sens que ce soit qu'on prenne le mot, varie entre des limites plus étendues de l'une à l'autre de leurs parties simples ou composées que ne le disent ceux qui ne voient que la surface des choses.

Ce qu'il y a de vrai, c'est que les êtres organisés qui se succèdent sont individuellement en voie incessante de changement, aussi bien de forme que de volume et de poids, etc., mais repassent toujours par une forme analogue à celle de leurs antécédents aux époques qui se correspondent à compter du moment de leur apparition. Il ne faut pas oublier pourtant que dans cette répétition, ils varient toujours de l'un à l'autre entre des limites assez étendues pour qu'il ne soit possible de juger de la forme dite type ou spécifique d'un être quelconque qu'après avoir vu un grand nombre d'individus à tous leurs âges ; si bien que ce n'est que par abstraction que l'on juge et définit cette forme spécifique autour de laquelle oscille celle de tous les êtres réels sans jamais s'y superposer exactement même après avoir éliminé toutes les anomalies proprement dites, si bien qu'étant donné le moule d'un individu ou de ses parties, il serait impossible d'y ajuster un individu quelconque de la même espèce, fût-il pris au même âge.

Aussi, comme déjà Buffon le fait pressentir, vaut-il mieux en parlant de la constitution des êtres organisés dire qu'ils sont *figurés* que *formés*.

Le mot *forme* a en effet, sous la plume de beaucoup d'écrivains un sens tel que pour eux la matière n'a pas d'existence réelle tant qu'elle n'est pas *unie à la forme*, ou encore il a un sens absolu se rapportant à la désignation de l'union en un corps tant de sa disposition géométrique que de l'ensemble de toutes ses autres qualités, ce qui fait qu'il est difficile souvent d'employer ce terme avec exactitude dans l'étude générale des corps vivants.

Dans l'examen des éléments anatomiques en particulier, il vaut mieux dire qu'ils sont *figurés*, dans le sens de corps limités par des surfaces définies, que de les dire formés ; car ces parties constituantes élémentaires des êtres organisés sont plus caractérisées encore par leur constitution immédiate et par leur structure que par leur forme. Il y a d'abord manifestement des éléments anatomiques, dits amorphes, qui n'ont d'autre disposition morphologique que celle des espaces circonscrits par les éléments figurés entre lesquels ils se trouvent. Quant à la forme de ceux-ci, on peut la dire presque incessamment variable à dater de l'époque de leur naissance, surtout sur ceux qui comme les cellules du blastoderme, les cellules épidermiques, qui résultent de l'individualisation par scission en corpuscules polyédriques de masses ou de couches de substances amorphes, ont une forme qui est ordinairement d'une admirable régularité lors de leur première délimitation. Elle reste ainsi toujours dans beaucoup de régions, mais elle est susceptible de subir pathologiquement des déviations telles qu'il faut en avoir suivi les phases pour pouvoir admettre en les voyant isolément sous cet état qu'ils ont été de forme et de structure aussi parfaites.

Ainsi, bien que restant entre des dimensions ne dépassant pas certaines limites et conservant une configuration définie, on peut dire des éléments anatomiques que leur forme et l'ensemble de leurs autres qualités sont en voie incessante de modifications.

C'est surtout de la forme que les métaphysiciens demandent

toujours la raison d'être aux biologistes, parce que c'est avec le volume la première chose qui frappe en présence des êtres organisés. Mais rien ne montre mieux à quel point sont restées superficielles leurs connaissances sur toutes ces questions ; car ce qui reste beaucoup plus constant que les contours de l'être aussi bien que de ses parties constituantes, c'est leur organisation fondamentale, à laquelle on est incessamment obligé de recourir pour déterminer la nature d'un organisme quelconque, tellement sont grandes, précisément les variations de ses formes successives depuis son apparition jusqu'à sa mort ; et en remontant des appareils aux organes, aux systèmes, aux tissus et aux éléments, ce qui reste de moins variable c'est la composition immédiate de ces derniers.

Aussi l'expérience montre-t-elle que la cause qui fait que le corps et ses parties varient incessamment de forme, mais sans aller au delà de certaines limites est de même ordre au fond que celle qui fait que tout corps brut que l'on fait, défait et refait, que l'on fond, solidifie et refond reprend toujours en passant de l'état liquide à l'état solide un type cristallin dans lequel les formes et les dimensions de chaque cristal varient aussi, mais sans que la valeur des angles et la situation symétrique des faces soient changées ; car lorsqu'on demande qu'est-ce qui dans les corps succédant les uns aux autres, pousse avec tant de constance les contours jusqu'à un certain point et les y retient comme dans un moule alors qu'il n'y a pas de moule, c'est d'abord à ce que nous offrent à cet égard les corps bruts qu'il faut songer, en effet les êtres organisés leur sont infiniment inférieurs sous ce rapport, sans que le pourquoi des choses soit moins mystérieux dans un cas que dans l'autre.

A ce point de vue comme sous tout autre, tout vrai savant sera toujours désireux de savoir dans quelles limites les données nouvelles de la science moderne se lient aux vues anciennes. Aussi est-il nécessaire avant d'aller plus loin de dire ici comment Buffon a envisagé ce sujet, car il semble le premier qui ait cherché à traiter ces questions en les dégageant des données subjectives de la métaphysique autant que le permettait l'état encore si

peu avancé de l'anatomie et de la physiologie générales de son temps. Il aborde ce sujet en faisant les réflexions suivantes sur les idées de développement et de progrès à l'infini. Il montre que l'idée de l'infini *ne vient que de l'idée du fini, n'est qu'une idée d'abstraction, un retranchement à l'idée du fini auquel on ôte les limites qui terminent nécessairement toute grandeur.* Puis il montre que dans l'explication des phénomènes du développement de la génération, il a admis *d'abord les principes méchaniques reçus*, ensuite celui de la force pénétrante de la pesanteur que l'on est obligé de recevoir, et par analogie j'ai cru, dit-il, pouvoir dire qu'il y avait d'autres forces pénétrantes qui s'exerçaient dans les corps organisés, comme l'expérience nous en assure. J'ai prouvé par des faits que la matière tend à s'organiser et qu'il existe un nombre infini de parties organiques (moules intérieurs), je n'ai donc fait que généraliser des observations, sans avoir rien avancé de contraire aux principes méchaniques, lorsqu'on entendra par ce mot ce que l'on doit entendre en effet, c'est-à-dire les effets généraux de la nature (*Hist. nat. des animaux*, 1749, t. II, p. 53).

Il faut aussi rejeter dit Buffon, toutes les hypothèses qui auraient pour objet les *causes finales* comme celles où l'on dirait que la reproduction se fait pour que le vivant remplace le mort, pour que la terre soit toujours également couverte de végétaux et peuplée d'animaux, pour que l'homme trouve abondamment sa subsistance, etc., parce que ces hypothèses, au lieu de rouler sur les causes physiques de l'effet qu'on cherche à expliquer, ne portent que sur des rapports arbitraires et sur des convenances morales ; en même temps il faut se défier de ces axiomes absolus, de ces proverbes de physique, que tant de gens ont mal à propos employés comme principes, par exemple, il ne se fait point de fécondation hors du corps, *nulla fœcundatio extrà corpus;* tout vivant vient d'un œuf, toute génération suppose des sexes, etc. ; il ne faut jamais prendre ces maximes dans un sens absolu, et il faut penser qu'elles signifient seulement que cela est ordinairement de cette façon plutôt que d'une autre (*Hist. nat. des animaux*, Paris. 1749, in-4°, t. II, p. 33).

Pour revenir à notre sujet, reportons-nous aux pages précédentes, et nous verrons, d'après ce qu'elles renferment, que pour les éléments anatomiques, acquérir telle ou telle forme définie lors de leur naissance ou de leur individualisation est un fait qui est en pleine corrélation avec la composition immédiate propre de chacun d'eux ; aussi, de même que dans les corps bruts, être associés les uns avec les autres, dans un ordre déterminé par cette forme, et dès cette apparition, est un fait qui résulte de ce que les éléments naissent ou s'individualisent non pas un à un, mais plusieurs à la fois.

De là vient aussi que dès l'origine ils composent une certaine masse ou organe qui a une configuration définie résultant de cette association. Comme chacun des organes qui naît fait naître tel autre dans un ordre constant, cette ordination successive entraîne inévitablement avec elle une figure définie pour l'ensemble des parties qui s'ajoutent les unes aux autres, aussi bien que pour chacune d'elles isolément, c'est-à-dire pour le tout ou individu aussi bien que pour chaque appareil ou chaque système.

La permanence de cette succession de phénomènes, qui entraîne celle de la forme du tout et des parties, est subordonnée à la permanence plus grande encore de la composition immédiate des éléments anatomiques, qui ainsi domine le tout. Ajoutons ici que la rénovation continue de la substance de chaque élément anatomique, pendant toute la durée de son existence individuelle, se manifeste par la réalisation en masse et en structure des principes assimilés. Or, de même qu'en raison de la nature chimique des principes immédiats assimilés, le volume se maintient ou augmente durant la croissance par l'assimilation, de même aussi il est retenu entre certaines limites ou même diminue ensuite, par la désassimilation ou départ des principes qui ont servi. L'assimilation et la désassimilation étant des actes moléculaires intimes ou intérieurs qui, par suite, influent nécessairement sur les trois dimensions à la fois de chaque élément, peuvent maintenir celles-ci, et la forme de ces corps par conséquent, telles qu'elles étaient déjà d'après la composition immédiate de chacun d'eux lors de leur prise de forme originelle.

Elles peuvent aussi les modifier au contraire dans tel ou tel sens qui est déterminé en même temps par cette composition immédiate et par la nature chimique des principes assimilés et désassimilés.

Le maintien et les variations du volume et de la forme des éléments anatomiques sont donc subordonnés à ceux de l'assimilation et de la désassimilation de ces parties ; ces actes à leur tour dépendent à la fois de la composition immédiate des éléments et de celle du milieu auquel ils empruntent et dans lequel ils rejettent tout ce qui a trait à leur constitution intérieure ; milieu dont les variations entraînent la mort et par suite la cessation de tout changement des contours dès qu'elles dépassent un certain terme, qui peut aussi être déterminé par les modifications graduelles de la composition originelle des éléments. Car à cet égard, aussi bien qu'en ce qui touche leur configuration et leur volume, les éléments anatomiques, et par suite les parties complexes qu'ils forment, ne sont nullement poussés jusqu'à un point fixe et retenus là: ils varient au contraire incessamment.

Cette question se rattache à ce fait capital, consistant en ce que la genèse de tout élément anatomique résulte de la formation en certaine quantité d'un ou de plusieurs principes immédiats coagulables, s'unissant en telle ou telle proportion à divers principes cristallisables avec prise en cet instant d'une configuration déte r minée, subordonnée à cette composition même. Et ce n'est pas une à une que naissent ainsi ces parties élémentaires, mais plusieurs à la fois se groupant inévitablement dans un ordre, ou si l'on veut avec une texture en rapport avec cette configuration.

Il se passe là, en d'autres termes, un phénomène analogue à celui qui fait que dans les liquides chimiquement sursaturés de tels ou tels composés, certaines conditions survenant, on voit un ou plusieurs d'entre eux cristalliser subitement et les cristaux se grouper de telle ou telle manière selon le type de la forme prise ou selon les dérivés de ce type.

Or, ce sont les substances coagulables auxquelles il vient d'être fait allusion qui représentent les principes constitutifs, prédominant dans la composition immédiate de chacun des éléments

anatomiques dès leur apparition (1). Or, l'assimilation et la désassimilation débute pour chaque élément à l'instant même de leur prise de forme, et l'assimilation et la désassimilation encore une fois dominent aussi bien tout ce qui touche aux changements graduels de consistance, de couleurs et surtout de structure; car ces derniers changements ont plus d'importance encore que les autres en ce qui regarde l'appropriation des parties à l'accomplissement d'un usage.

La question de la forme n'a de valeur dominante à cet égard près des métaphysiciens qu'en raison du sens hyperphysique qu'ils ont donné au mot forme, qui après avoir signifié l'ensemble des qualités ou attributs statiques et dynamiques des corps, parmi lesquels la forme et le volume frappent d'abord, a fini par ne représenter que la personnification de certaines de ces qualités considérées comme plus importantes et plus parfaites que les autres ; on le voit par exemple lorsqu'ils disent que l'âme est la forme du corps.

Ainsi, il y a là, en ce qui touche la solution de ces questions, tout un ensemble de données dont les unes dominent les autres, à compter de l'instant de la genèse de chaque élément, et nul n'est libre de n'en pas tenir compte. Car à cet égard il ne suffit pas de critiquer pour rendre une chose non valable ; encore faut-il avoir vu et touché les objets dont on parle pour les connaître réellement ; et cependant on ne peut qu'être frappé du degré d'ignorance sur ces questions anatomiques et physiologiques, toutes subordonnées les unes aux autres, dans lequel demeurent ceux qui d'un trait pensent pouvoir en donner une solution absolue.

Si maintenant nous nous reportons à ce que nous avons vu touchant la manière dont l'apparition d'une partie entraîne celle de l'autre, nous reconnaîtrons aisément comment ce que nous venons de dire des éléments s'applique à toutes les parties qui en sont composées, soit qu'il s'agisse de ce qui, suivant l'expression

(1) Voyez dans ce recueil, année 1864, page 58 et 153. Ch. Robin, *Sur la naissance des éléments anatomiques, etc.*

reçue, les pousse jusqu'à un certain point, et les y retient entre certaines limites, soit qu'on regarde ce qui rend anatomiquement solidaires des parties les plus hétérogènes ; à ce point qu'à l'instant du fonctionnement chacune agissant par l'autre à compter d'un conflit avec les milieux ambiants, semble faite pour l'autre. Cette donnée porte à comprendre combien il importe de bien voir la différence qui existe entre l'hypothèse qui veut qu'il y ait dans l'économie des parties faites l'une pour l'autre, dans un ordre hiérarchique de la plus petite à la plus grande, et la réalité mise en évidence par les investigations biologiques qui montrent que nulle partie n'a de supériorité sur les autres, chacune ayant un rôle particulier qu'une autre ne peut remplir, et enfin que ces parties, quelles qu'elles soient, ne valent quelque chose dans l'économie que par leur coordination.

Nous voyons en résumé que ce qui, dans chaque nouvel être, amène l'appropriation des organes à l'accomplissement de tel ou tel usage, a pour résultante nécessaire le maintien des formes spécifiques des plantes et des animaux qui se succèdent dans le temps et se multiplient dans l'espace. La première de ces questions résolue, la seconde n'avait au fond nullement besoin d'être reprise. Mais comme elle a souvent été séparée de la précédente, comme elle met en relief certains côtés du problème que l'autre n'embrasse qu'implicitement, il n'était pas inutile de revenir sur ces derniers, abstraction faite des autres.

§ 7. — Des rapports existant entre les notions relatives aux transmissions héréditaires et le problème de l'accommodation des parties à l'accomplissement de leurs usages.

Pour compléter l'examen sous toutes ses faces de la question traitée ici, il reste encore à montrer quelles sont les analogies et les différences qui existent entre le fait de l'appropriation des parties à l'accomplissement d'usages définis et celui de la transmission héréditaire des formes et des aptitudes, dont il a déjà été question accessoirement plus haut.

Chacun de ces faits est une résultante générale de l'accomplissement des actes élémentaires de la vie végétative, de la généra-

tion particulièrement ; tous deux, par suite, sont subordonnés à des actions moléculaires, tant intrinsèques que se rapportant aux relations réciproques de l'être avec les milieux ambiants ; mais pourtant ces deux résultats généraux se manifestent parallèlement, si l'on peut ainsi dire, sans jamais se confondre.

On voit, en effet, que quelles que soient les circonstances de ces relations de l'ovule avec des milieux quelconques, dès l'instant où elles sont compatibles avec son existence, la nutrition et le développement amenant les conditions de la segmentation d'une part, de la genèse d'autre part, ces phénomènes à leur tour suscitant la génération successive de parties nouvelles, l'accommodation de celles-ci à l'accomplissement d'actes en rapport avec leur nature élémentaire résulte inévitablement de cette succession. Cette ordination conduit ainsi à la production d'un tout, c'est-à-dire des individus que nous rapprochons d'abord en couples de sexes différents à leurs divers âges, pour, à l'aide de ces rapprochements étendus jusqu'aux prédécesseurs de ces individus, établir abstractivement la notion d'espèces, puis de genres, etc., tant normaux que tératologiques.

En étudiant les phénomènes de l'hérédité, nous voyons au contraire, qu'autant pour l'ovule pris déjà dans le milieu que représente pour lui l'ovaire de la femelle que pour les corps fécondateurs du mâle, il faut tenir compte de l'état antérieur par lequel ont passé les principes immédiats, ceux qui sont coagulables surtout, qui ont servi à la production et à la nutrition de ces deux éléments de génération d'un nouvel être. Il faut également prendre en considération la nature des principes constitutifs et autres qualités du milieu extérieur à l'œuf compatibles avec le développement de ses parties pendant la durée des phénomènes amenant l'ordination successive de celles-ci. C'est en effet cet ensemble d'influences portant sur les actions moléculaires, influences qui, suivant son intercurrence, domine l'hérédité dès l'origine, en ayant pour résultat de faire de chaque individu d'une espèce un certain individu, de susciter en un mot des différences individuelles normales ou tératologiques, tout en maintenant certaines ressemblances, de génération en génération, avec les individus anté-

cédents, ce qui caractérise essentiellement le fait dit d'hérédité.

On pourrait d'abord être porté à considérer comme agissant très-différemment, étant d'ordre très-distinct et devant être nettement séparées, les influences qui sont du fait de la mère avant la fécondation de celles qui interviennent du dehors par rapport à l'ovule durant son développement individuel. Mais il faut observer que parmi celles-ci la première, dont l'action s'exerce dès que l'ovule est libre ou mûr, est représentée par l'intervention des spermatozoïdes du mâle, et que si les influences qui lui succèdent amènent des modifications permanentes dans le nouvel être, mâle ou femelle, celui-ci les transmet à ses ovules par un mécanisme moléculaire d'ordre semblable à celui par leque il les a acquisees à cet égard ; parconséquent il représente un milieu extérieur à ses popres ovules, dont l'eàtat antérieur transmissible à celui qui en assimile les principess doit être pris en considération à un égal titre dans l'un et l'autre cas.

Quoi qu'il en soit, on voit qu'à cet égard encore ce qui distingue, l'hérédité de l'accommodation des parties à l'accomplissement d'actes déterminés, c'est que celle-ci représente ce qu'il y a de constant dans la génération et l'évolution, pendant que l'hérédité représente ce qu'il y a d'intercurrent, de contingent, de variable, ce qui peut manquer et manque en effet parfois sans que soit troublée en rien l'ordination des parties. C'est ce qui a lieu en effet dans les cas qui se rattachent à la loi que Prosper Lucas a formulée sous le nom de *loi d'innéité.*

On voit qu'ici il devient nécessaire de rappeler en quelques lignes ce qu'est l'hérédité, c'est-à-dire ce phénomène biologique qui fait que, outre le type de l'espèce, les ascendants transmettent aux descendants des particularités d'organisation et d'aptitude.

L'hérédité rentre dans l'ordre des actes qui, en physiologie, ont reçu le nom de *résultats*. Comme tous les actes de cet ordre, elle se rattache spécialement à quelqu'un des actes élémentaires de l'organisme. De même que la *calorification* se lie particulièrement à la nutrition et aux fonctions dites de nutrition, l'hérédité est spécialement sous la dépendance de la fonction de reproduc-

tion. Elle est liée, en particulier, à ce fait : que les éléments anatomiques ont la propriété de donner naissance directement à des éléments semblables à eux, ou de déterminer dans leur voisinage la génération d'éléments de même espèce.

Pour se rendre compte des phénomènes d'hérédité, il faut savoir que les substances organiques coagulables jouissent de la propriété de transmettre, par simple contact avec des substances d'une autre espèce, l'état moléculaire particulier que quelque circonstance extérieure a produit chez elles. Or, il est certains états généraux de l'organisme, certaines aptitudes, qui ne résident évidemment pas seulement dans un simple arrangement réciproque des tissus ou des humeurs, mais qui ont, au contraire, développé une modification moléculaire particulière dans la substance même de tous les éléments de l'organisme. D'après la propriété qu'ont les substances organiques de transmettre d'une manière lente, mais continue, leur état moléculaire aux substances avec lesquelles elles sont en contact, il est évident que toutes les parties qui naîtront directement ou indirectement à l'aide et aux dépens des premières cellules dérivant de l'ovule seront modifiées en bien ou en mal, selon l'état que celui-ci offrait lui-même. C'est là ce qu'on désigne sous les noms d'*hérédité originelle* ou *par incarnation.*

Rappelons encore que dans la fécondation il y a mélange matériel de la substance du mâle avec celle de l'ovule femelle, qui reçoit ainsi l'impression de la constitution du premier. Ce fait nous represente, à l'état élémentaire, mais d'une manière caractéristique, la transmission héréditaire, par suite de cette propriété dont jouit toute *substance organique* de mettre, par action lente ou catalyses successives, dans un état analogue à celui où elle se trouve, les autres espèces de substances qu'elle touche. D'où il résulte que la matière des spermatozoïdes ou des grains de pollen détermine dans celle du vitellus de l'ovule femelle l'apparition d'un état analogue à celui qu'elle offre en arrivant dans ce vitellus et l'imprégnant.

On voit dès à présent comment les corpuscules fécondateurs ou cellules embryonnaires du mâle des plantes et des animaux pour-

ront transmettre aux cellules embryonnaires femelles ou du blastoderme des animaux et de leurs analogues dans les plantes (dont ils déterminent la naissance aux dépens du vitellus qu'ils ont fécondé) les états particuliers dont eux-mêmes sont affectés, et qui sont propres au mâle dont ils proviennent : d'où la transmission héréditaire ; transmission pouvant même être modifiée plus ou moins par l'état qui était propre à l'organisme entier de la femelle. On comprend, en outre, que si les aptitudes peuvent se transmettre ainsi, les affections pathologiques qui auront modifié l'organisme jusque dans ses plus intimes éléments agiront de même. Avant la connaissance des conditions de formation et d'existence des substances organiques, et des propriétés dont elles jouissent au contact les unes des autres, nous ne pouvions comprendre la nutrition, et la transmission héréditaire ne trouvait pas d'explication rationnelle.

Les exemples sont perpétuels de la ressemblance des produits avec les producteurs, tant dans la conformation physique que dans la disposition morale. Et non-seulement les particularités innées sont transmises héréditairement, mais les particularités acquises le sont aussi. C'est là-dessus que les éleveurs de bestiaux ont fondé la création de races domestiques douées de qualités spéciales. C'est en vertu de cette loi, que M. P. Lucas, auteur d'un ouvrage important *sur l'hérédité*, a nommée *innéité*, qu'il arrive que partout, à chaque instant, dans le sein de chaque famille, il naît des individus signalés par des caractères physiques, moraux, intellectuels, tout à fait exceptionnels.

Cette loi d'innéité, jusqu'à présent restée purement empirique et destinée à grouper les faits de plus en plus nombreux, à mesure qu'on descend vers des organismes d'une économie plus simple, dans lesquels certains individus échappent aux diverses influences de modifications évolutives acquises et de transmission héréditaire, ne doit plus être étudiée avec celles de l'hérédité.

Elle appartient en effet dogmatiquement aux faits de genèse et d'ordination des parties que nous avons étudiées, car elle les suppose l'une et l'autre à titre égal.

Elle réunit ceux dans lesquels la genèse ou prise de forme de parties qui quelques instants auparavant n'existaient pas, s'ac-

complit dans les conditions les plus parfaites et amène l'ordination la plus régulière comparativement au plus grand nombre des cas ; c'est-à-dire en dehors de l'intervention d'influences modificatrices particulières antécédentes du côté de la mère, intercurrentes en ce qui touche l'action fécondante du mâle, et l'action des milieux nutritifs qui lui succède.

Nous voyons en résumé que c'est là une loi générale, un fait constant et commun à tous les êtres que l'apparition successive par individualisation d'abord, par genèse ensuite de plusieurs éléments à la fois, associés en organes, de telle sorte que chacun de ces derniers devient, par le fait de sa naissance, la condition essentielle de la production d'un autre, en même temps que dans son intimité l'arrivée de ses propres éléments à un certain degré de croissance amène la genèse d'éléments semblables ou analogues, dont la disposition est nécessairement subordonnée à celle des premiers. Le résultat général de ces phénomènes est inévitablement une coordination de ces parties qui apporte l'accommodation indispensable à l'accomplissement des fonctions, dès que s'établissent entre elles et le milieu ambiant les actions réciproques corrélatives aux propriétés consubstantielles de ces parties et de ce milieu.

Chacun de ces éléments comme chacun des tissus qu'ils forment arrivent plus ou moins tôt, suivant leur composition immédiate, à un certain summum d'accroissement, qui, selon sa rapidité dans tel ou tel organe, cause, soit l'hypertrophie d'un organe, le ralentissement de l'évolution de tel autre, en détermine même l'atrophie partielle ou totale ; et ce fait concourt, d'une part, à leur donner l'accommodation qui convient à la fonction, et de l'autre au maintien des formes entre certaines limites. C'est ce dont offre des exemples tranchés l'évolution des organes de la génération, des systèmes osseux, vasculaire, glandulaire, etc.

On voit encore ici très-nettement par quelle succession d'actes générateurs, évolutifs et nutritifs, sont amenées d'une part l'appropriation des parties à l'accomplissement d'usages déterminés et le maintien des formes. On saisit surtout clairement quelles sont les données logiques qui démontrent comment ces deux grands phénomènes intimement liés l'un à l'autre sont de fait un *résultat*

général de l'effectuation simultanée des propriétés de la vie végétative, au même titre que l'hérédité des ressemblances, des fonctions, des maladies, etc., et non une propriété spéciale à surajouter aux trois qualités élémentaires précédentes.

A ce point de vue on doit reconnaître que depuis longtemps la question de l'appropriation des parties à l'accomplissement d'un usage déterminé est résolue (bien que toutefois ce ne soit qu'implicitement dans plus d'un cas), pour ceux qui ont fait de l'embryogénie et vu comment, sans lien génésique substantiel direct, la génération d'un organe étant déterminée par celle d'un autre, les organes naissent inévitablement les uns par les autres et pour les suivants.

Dès lors, leur action ne peut qu'amener un résultat fonctionnel en corrélation avec leur composition anatomique et leur texture, puisque leurs éléments sont doués de propriétés consubstantielles et autonomes. Car, il faut le dire, quelles que soient les contradictions que d'un auteur à l'autre présentent les interprétations de ceux qui ont observé sans que leurs comparaisons aient été dirigées par la philosophie positive, leurs vues restent plus exactes, sous le plus grand nombre des rapports, que les explications de ceux qui, en demeurant complétement étrangers à ces notions biologiques, pensent pouvoir faire de leur ignorance à cet égard un objet de supériorité sur les investigateurs qui les acquièrent par l'observation.

Ainsi les physiologistes savent où, quand et comment naissent chacune des parties simples et complexes de l'organisme ; de quelle manière chacune de celles qui apparaît, apporte, par le fait même de sa génération, les conditions nécessaires à la genèse de telle des suivantes et non de telle autre au hasard. Ils connaissent en un mot l'ordre de cette naissance et les conditions d'existence de cet ordre ; ils connaissent même comment le changement de cet ordre amène des troubles dans tout ce qui se fait ensuite. Nous savons, en un mot, sur ces questions fondamentales autant que sur la plupart des autres phénomènes simples et complexes de l'économie, c'est-à-dire le *comment*, mais nullement le *pourquoi*.

RECHERCHES

SUR DE NOUVEAUX DÉRIVÉS PLATINIQUES

DES BASES PHOSPHORÉES

Par MM. A. CAHOURS et H. GAL.

On rencontre dans le règne animal une substance de nature basique, cristallisable, et susceptible de former des combinaisons nettement cristallisées, qui, concentrée dans certaines parties de l'organisme, ne s'y trouve jamais qu'en proportions très-minimes. Signalée pour la première fois par Strecker dans la bile (*Comptes rendus*, 1861, t. XLII), et retrouvée plus tard par lui dans le jaune d'œuf, elle reçut le nom de *choline*. Retirée postérieurement du cerveau par M. Liebreich, elle fut désignée sous le nom de *névrine*. Ce composé, dont on a pareillement constaté l'existence dans le sang, dans le lait, dans le foie, paraît également exister dans le règne végétal, du moins MM. Hirsbrunn et de Babo ont retiré de la graine de moutarde une substance à laquelle ils donnèrent le nom de *sinkaline*, qui présente la composition et les propriétés de la choline et de la névrine.

Reproduit artificiellement par M. Wurtz au moyen de l'action réciproque de la triméthyliaque et de la chlorhydrine du glycol, ce produit intéressant serait une base ammoniée résultant de l'accouplement de la triméthyliaque avec l'oxyméthyle.

Un composé phosphoré présentant l'analogie la plus complète avec la choline avait été, plusieurs années auparavant, obtenue par M. Hofmann par l'action réciproque de la triméthylphosphine et du produit alcalin résultant du traitement du bromure de triéthylphosphonium brométhylique par l'oxyde d'argent.

M. Liebreich ayant récemment obtenu, par l'action de certains agents oxydants sur la névrine, une base suroxygénée qu'il a reproduite artificiellement en faisant agir la triméthyliaque sur l'acide monochloracétique, nous avons institué des expériences en vue de reproduire, dans la série des phosphines, des combinai-

sons analogues à celles qui ont été signalées dans la série des bases ammoniées.

Nous avons donc fait agir dans des tubes scellés à la température du bain-marie, des mélanges de triéthylphosphine et d'acide monochloracétique, de triéthylphosphine et d'éther monochloracétique. Une action assez vive se produit dans les deux cas, et bientôt ces mélanges se prennent en une masse très-nettement cristallisée. L'excès d'acide ou d'éther monochloracétique, qu'à dessein nous avions employé en proportions plus considérables qu'il n'était nécessaire, ayant été éliminé, nous avons traité le produit de la réaction par une solution aqueuse de bichlorure de platine.

Le produit de l'action de l'éther monochloracétique donne de fort belles écailles jaune orangé peu solubles dans l'eau, presque insolubles dans l'alcool et l'éther. Ce produit, qu'on peut facilement obtenir à l'état de pureté, peut être considéré comme résultant de l'accouplement de la triéthylphosphine avec l'éther monochloracétique.

L'acide monochloracétique libre fournit, dans les mêmes circonstances, de fines aiguilles jaune orangé, mais, dans ce cas, surtout lorsqu'on fait bouillir la liqueur pendant quelques minutes, et que cette dernière renferme un léger excès de triéthylphosphine, on voit se former une petite quantité d'un produit jaune très-stable renfermant du platine. Ayant obtenu ce composé d'une manière constante dans plusieurs préparations, nous eûmes la pensée qu'il pourrait bien provenir de l'action réciproque de la triéthylphosphine et du bichlorure de platine. Dans le but de vérifier cette supposition, nous introduisîmes dans une capsule, renfermant une solution aqueuse de bichlorure de platine, un léger excès de triéthylphosphine et nous portâmes la liqueur à l'ébullition. Le précipité rougeâtre qui s'était formé tout d'abord disparut bientôt, et par la concentration de la liqueur il se sépara des cristaux d'un jaune clair. Ces derniers, que l'alcool bouillant dissout en assez forte proportion, et qui sont à peine solubles dans ce liquide froid, se séparent par le refroidissement d'une liqueur saturée à la température de l'ébullition, sous la forme de beaux prismes jaunes de

soufre et très-friables. Ce produit se dissout assez bien dans l'éther et s'en dépose par une évaporation très-lente sous la forme de prismes volumineux durs, d'une belle couleur de succin et d'une transparence parfaite. Indépendamment des cristaux précédents, il se forme toujours, quelquefois en très-faibles proportions, dans d'autres circonstances, en quantités assez considérables, une substance blanche qu'on peut facilement séparer du produit précédent au moyen de l'éther, dans lequel elle est insoluble, tandis que les cristaux jaunes s'y dissolvent facilement.

Une fois maîtres d'un procédé de préparation et de purification de la substance jaune, il ne nous restait plus qu'à en faire l'analyse, afin de nous éclairer sur sa constitution et de pouvoir nous expliquer sa production par l'action réciproque des substances mises en présence.

Le produit jaune qui résulte de l'action réciproque de la triéthylphosphine pure et du bichlorure de platine présente une composition simple qu'on peut exprimer par la formule

$$Ph(C^4H^5)^3PtCl.$$

Sa génération, au moyen de substances mises en présence, s'explique de la manière la plus nette. En effet, on a

$$3[Ph(C^4H^5)^3] + 2\,PtCl^2 = Ph(C^4H^5)^3Cl^2 + 2\,Ph(C^4H^5)^3PtCl.$$

Les analyses de ce composé, que nous allons faire connaître, justifient pleinement, ainsi qu'on va le voir, la formule que nous avons adoptée.

I. $0^{gr},518$ de matière ont donné $0^{gr},277$ d'eau et $0^{gr},535$ d'acide carbonique.

II. $0^{gr},220$ du même produit ont donné $0^{gr},122$ de chlorure d'argent, soit $0^{gr},30$ de chlore.

III. $0^{gr},470$ du même produit ont donné $0^{gr},181$ de platine métallique.

IV. $0^{gr},459$ d'un second échantillon ont donné $0^{gr},250$ d'eau et $0^{gr},474$ d'acide carbonique.

V. $0^{gr},398$ du même produit ont donné $0^{gr},150$ de platine métallique.

VI. $0^{gr},495$ du même composé nous ont donné $0^{gr},281$ de chlorure d'argent, soit 0,0695 de chlore.

VII. $0^{gr},436$ de matière ont donné $0^{gr},169$ de platine métallique.

VIII. 0gr,283 de matière ont donné 0gr,149 d'eau et 0gr,295 d'acide carbonique.

Ces résultats, traduits en centièmes, conduisent aux nombres suivants :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Carbone...	28,15	»	»	28,05	»	»	»	28,43
Hydrogène.	5,92	»	»	6,12	»	»	»	5,86
Phosphore.	»	»	»	»	»	»	»	»
Chlore....	»	13,74	»	»	»	14,05	»	»
Platine....	»	»	38,51	»	37,69	»	38,75	»

et s'accordent avec la formule précédente.

En effet, on a

C^{12}.....................	72,0	28,63
H^{15}.....................	15,0	5,96
Ph.....................	31,0	12,33
Cl.....................	35,5	14,11
Pt.....................	98,0	38,97
	251,5	100,00

La petite différence qu'on observe en moins relativement au platine, tient à ce que, malgré que nous ayons eu la précaution de calciner le sel après l'avoir additionné de carbonate de soude, il y a eu encore une petite perte de platine due à la volatilisation d'une trace d'une combinaison phosphorée de ce métal dont il est très-difficile d'empêcher entièrement la formation.

En faisant agir une dissolution du composé précédent dans l'alcool absolu sur une dissolution alcoolique de bromure et d'iodure de potassium, de sulfhydrate et d'acétate de potasse, on voit se déposer graduellement du chlorure de potassium, tandis que, par l'évaporation de la dissolution alcoolique surnageante, on obtient le bromure et l'iodure, le sulfhydrate ou l'acétate du radical de la combinaison jaune.

Le bromure forme des prismes très-brillants d'un beau jaune. L'iodure se sépare sous la forme de prismes orangé clair. Le sulfhydrate donne de longues aiguilles transparentes d'un jaune de succin, tandis que le sulfure se présente sous la forme d'une masse poisseuse.

Quant à l'acétate, il forme de beaux prismes transparents, assez volumineux, qui sont complétement incolores.

La constitution du corps jaune étant ainsi fixée, nous avons recherché quelle pouvait être celle du corps blanc.

Le corps jaune, insoluble dans l'eau pure, s'y dissout immédiatement lorsqu'on y ajoute de la triéthylphosphine. Si la proportion d'eau employée est faible et qu'on évapore rapidement la solution, il se sépare des cristaux aiguillés qui, même après la dessiccation, présentent une certaine mollesse. Reprise par l'eau froide aussitôt après sa préparation, elle s'y dissout entièrement. Abandonnée pendant quelque temps à elle-même, elle ne s'y dissout plus que partiellement, laissant un abondant résidu blanc cristallin. Il en est de même lorsqu'on maintient la dissolution précédente en ébullition pendant quelque temps. On voit encore ici se séparer une substance blanche cristalline identique avec la précédente, soluble comme elle dans l'alcool bouillant et s'en séparant par le refroidissement sous la forme de petits prismes. Ce composé, qui ne diffère en rien de celui dont nous avons signalé la formation dans l'action réciproque de la triéthylphosphine et du bichlorure de platine, possède la même composition que le corps jaune, ainsi que l'établissent les analyses suivantes :

I. $0^{gr},408$ d'un premier produit ont donné, par la combustion avec l'oxyde de cuivre, $0^{gr},222$ d'eau et $0^{gr},424$ d'acide carbonique.

II. $0^{gr},419$ du même produit ont donné $0^{gr},162$ de platine métallique.

III. $0^{gr},345$ du même échantillon ont donné $0^{gr},194$ de chlorure d'argent, soit $0^{gr},048$ de chlore.

IV. $0^{gr},331$ d'un second échantillon ont fourni par la combustion $0^{gr},177$ d'eau et $0^{gr},341$ d'acide carbonique.

V. $0^{gr},436$ d'un troisième échantillon ont donné par la combustion $0^{gr},237$ d'eau et $0^{gr},453$ d'acide carbonique.

VI. $0^{gr},414$ du même produit ont donné $0^{gr},157$ de platine métallique.

VII. $0^{gr},464$ d'un quatrième échantillon ont donné par la combustion $0^{gr},250$ d'eau et $0^{gr},484$ d'acide carbonique.

VIII. $0^{gr},299$ du même produit ont donné $0^{gr},170$ de chlorure d'argent, soit $0^{gr},042$ de chlore.

résultats qui, traduits en centièmes, conduisent aux nombres :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
Carbone...	28,39	»	»	28,34	28,33	»	28,45	»
Hydrogène.	6,04	»	»	5,92	6,03	»	5,98	»
Phosphore.	»	»	»	»	»	»	»	»
Chlore....	»	»	13,91	»	»	»	»	14,08
Platine....	»	38,66	»	»	»	37,93	»	»

qui s'accordent avec la formule

$$Ph\,(C^4H^5)^3\,Pt\,Cl,$$

qui n'est autre que celle du corps jaune.

Nous avons vu cette substance prendre naissance dans une circonstance qui éclaire singulièrement sa formation. Ayant dissous le corps jaune dans de l'éther anhydre, et ayant ajouté de la triéthylphosphine goutte à goutte, afin de déterminer la formation de la combinaison soluble, nous avons vu se séparer un précipité cristallin d'un beau blanc. Ce dernier, que ni l'éther ni l'eau ne dissolvent, se dissout facilement dans l'alcool bouillant et s'en sépare par un refroidissement lent sous la forme de prismes identiques avec les précédents et par la composition et par les propriétés.

Ainsi le composé blanc n'est qu'une modification isomérique du corps jaune, déterminée par le contact de la triéthylphosphine avec ce dernier. C'est ce qui explique comment, suivant qu'on emploie plus ou moins de triéthylphosphine dans la préparation du corps jaune, on n'obtient tantôt presque exclusivement que ce dernier, et tantôt des mélanges dans lesquels le corps blanc prédomine.

Nous avons en outre démontré synthétiquement que le corps aune résulte de l'accouplement de la triéthylphosphine et du protochlorure de platine par l'union directe de ces deux corps, ce qui exige toutefois certaines précautions.

Le corps jaune et le corps blanc absorbent chacun une molécule de brome. Le composé bromé formé par le premier de ces produits se présente sous la forme de petits cristaux d'un rouge orangé très-riche que l'alcool dissout à peine, même à la température de l'ébullition.

L'iode se comporte, à l'égard de ces corps, de la même manière que le brome, et donne des produits qui cristallisent en longues aiguilles jaunes d'aspect soyeux.

Enfin, lorsqu'on chauffe le corps jaune dans des tubes scellés à la lampe avec des solutions alcooliques d'ammoniaque normale et de diverses ammoniaques composées, on obtient de beaux produits cristallisés que nous nous proposons d'étudier.

La composition fort simple de ces produits en fait les analogues du sel vert de Magnus dans lequel l'ammoniaque serait remplacée par la triéthylphosphine.

On peut donc les représenter par la formule :

$$Ph\,(C^4H^5)^3,\ Pt\,Cl,$$

correspondant à

$$Az,\ H^3,\ Pt\,Cl.$$

QUELQUES RECHERCHES
SUR LES MOUVEMENTS CHORÉIFORMES
DU CHIEN

Par MM. LEGROS et ONIMUS.

Très-désireux d'étudier les mouvements choréiformes que l'on rencontre assez fréquemment chez le chien, nous avons pu réunir trois de ces animaux qui présentaient à un haut degré ce genre d'affection. Chez ces trois chiens, les mouvements anormaux se voyaient dans les membres antérieurs, ils étaient plus marqués d'un côté que de l'autre (deux fois à gauche, une fois à droite); on remarquait toujours un ou plusieurs muscles spécialement atteints; dans un cas c'était le grand pectoral, dans un autre les extenseurs de la patte, dans un troisième la plupart des muscles de l'épaule.

Pour étudier les mouvements choréiques et les variations qui surviennent dans leur forme et leur intensité, sous certaines influences, nous avons employé la méthode graphique. L'animal étant fixé solidement dans une gouttière, on multipliait les liens sur le membre choréique, de façon à s'opposer à tout mouvement, le tendon d'un muscle était mis à découvert et rattaché par un fil au levier enregistreur. Sur l'un des chiens dont les muscles extenseurs étaient presque exclusivement atteints, on se contentait de fixer le fil à un ongle de la patte, à demi fléchie.

Nous avons ainsi constaté que le plus ordinairement l'intensité des mouvements choréiformes croissait proportionnellement avec leur fréquence. Chaque mouvement, qu'il soit simple ou complexe, est suivi d'un repos complet dont la durée est sensiblement la même (fig. 1).

Il n'y a pas cependant isochronisme complet, comme on le voit dans les tracés lorsque le cylindre enregistreur tourne rapidement; on apprécie alors plus aisément les distances qui séparent

chaque contraction, et on reconnaît qu'elles ne sont pas absolument égales.

Cette apparence de régularité dans les mouvements nous a conduits à rechercher s'ils ne seraient pas en rapport avec le pouls et s'ils n'étaient pas sous l'influence de l'impulsion du sang dont le choc pouvait ébranler les éléments nerveux de la moelle. Notre hypothèse parut d'abord se confirmer ; en auscultant le cœur, nous crûmes trouver, surtout sur l'un des chiens, que

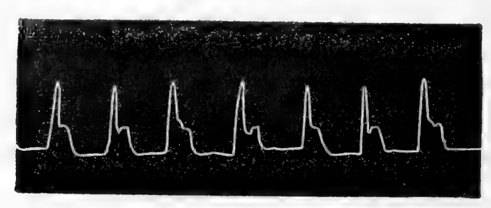


FIG. 1. — Contractions rhythmiques normales ; le cylindre enregistreur exécute un tour par minute.

chaque mouvement des membres choréiques coïncidait avec une pulsation cardiaque, mais nous avons voulu constater rigoureusement cette coïncidence.

Voici comment nous avons disposé l'expérience : un manomètre enregistreur était adapté à l'artère fémorale du chien pendant que les muscles choréiques étaient fixés au levier qui nous servait à inscrire les mouvements ; de la sorte on pouvait prendre simultanément le tracé de la circulation et celui du tic choréique, et il nous a été facile de constater que, si, dans certains cas, il y avait accidentellement concordance plus ou moins complète, il y avait le plus souvent une dissemblance bien marquée; nous avons même remarqué que la rapidité des mouvements ne croissait pas en raison de l'augmentation du nombre des battements cardiaques.

Si l'on étudie séparément la forme de chaque mouvement choréique, on voit d'abord que ce mouvement est brusque, instantané ; le retour au repos est aussi très-rapide, mais moins brusque, quelquefois même il se fait en plusieurs temps ; de sorte que les tracés enregistrés, en donnant à l'appareil un mouvement très-lent, montrent une ligne d'ascension verticale et une ligne

de descente légèrement oblique, devenant quelquefois très-oblique à sa partie inférieure ; le sommet est aigu ou légèrement obtus ; fréquemment la descente est interrompue par une secousse plus faible, qui la divise en deux parties distinctes, chaque grande contraction est alors doublée d'une contraction plus faible. (Voyez figure 1).

Si l'on imprime au cylindre une grande vitesse, on voit ordinairement une ligne d'ascension légèrement oblique, un sommet arrondi et une ligne de descente très-oblique (fig. 2).

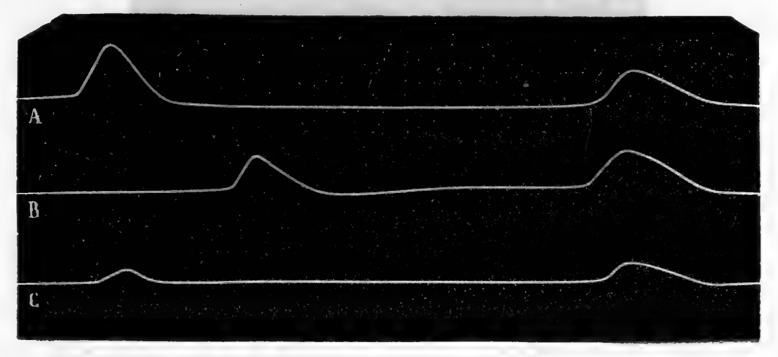


Fig. 2. — Le cylindre fait 45 tours par minute.

Dans les cas où le mouvement est plus violent, on trouve le sommet constitué par un plateau ; c'est alors surtout que la descente s'effectue en plusieurs temps (fig. 3).

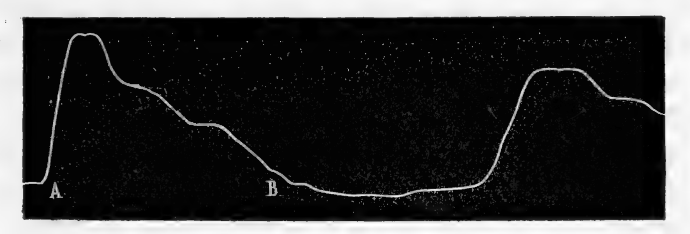


Fig. 3. — Le cylindre fait 45 tours par minute.

On remarquera que dans ce tracé la ligne d'ascension est presque perpendiculaire, la contraction est brusque et puissante, la descente est au contraire lente et se fait en plusieurs fois. On voit également ce plateau très-prononcé lorsque l'ascension se fait

exceptionnellement par une série de secousses, ce qui du reste est assez rare et ne se montre jamais avec une grande netteté ; on observe alors que les lignes d'ascension et de descente sont réunies par une ligne droite qui indique une contraction tétanique durant un temps appréciable (fig. 4).

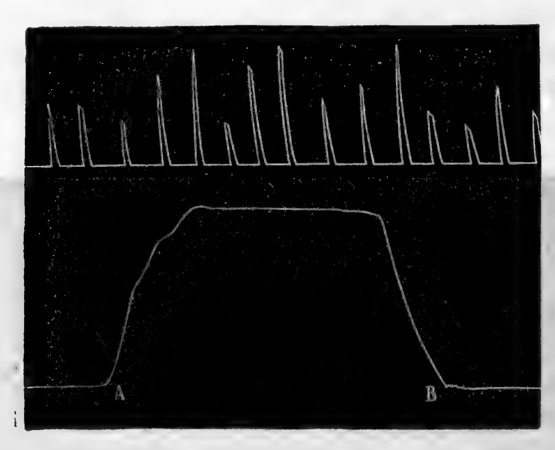


FIG. 4. — Pour le tracé supérieur le cylindre fait un tour en une minute, pour l'inférieur, il fait 45 tours.

La contraction des muscles choréiques n'est donc pas toujours identique; tantôt elle est unique et brusque, tantôt il y a une succession de mouvements qui s'ajoutent ; en d'autres termes, nous aurions en premier lieu ce que M. Marey appelle les secousses musculaires et en second lieu la contraction tétanique. Cette distinction est peut-être un peu subtile, car s'il n'est pas douteux que dans l'effort prolongé, comme sous l'influence de la faradisation, le mouvement résulte d'une série de secousses, ne peut-on pas admettre une contraction complète et instantanée du muscle et une contraction progressive. Ce que l'on observe dans le tic confirmerait cette manière de voir, puisqu'on trouve un passage insensible entre la secousse simple et les mouvements composés de séries de secousses.

Du reste, dans les muscles qui se contractent brusquement, comme pour le cœur, M. Marey a reconnu qu'il n'y avait pas de mouvements s'ajoutant les uns aux autres pour arriver au sum-

mum d'intensité, mais un mouvement unique; faut-il donc admettre que dans le cœur il n'y a pas de contractions réelles, mais seulement des secousses musculaires?

DÉTERMINATION DU SIÉGE ANATOMIQUE DE LA CHORÉE.

La section des nerfs qui se rendent aux muscles choréiques entraîne l'arrêt des mouvements; il ne peut donc être question de rechercher la cause des mouvements rhythmiques, soit dans les nerfs périphériques, soit dans les muscles. L'axe cérébro-spinal est seul en cause, et nous verrons qu'il est possible de localiser la chorée dans la moelle et même dans certaines portions de la moelle.

Plusieurs expérimentateurs ont signalé la persistance des mouvements rhythmiques après la section transversale de la moelle. M. Chauveau ayant coupé la moelle d'un chien choréique au niveau de l'espace atloïdo-occipital, constata que l'animal, entièrement privé des mouvements volontaires, éprouvait les mêmes violentes secousses choréiques qu'avant l'opération. M. Carville et M. Bert ont présenté à la Société de biologie des observations analogues.

Non-seulement nous avons constaté les mêmes effets après la section de la moelle, mais nous avons utilisé ce procédé spécialement pour nos recherches sur l'action des courants électriques où il est nécessaire de se mettre à l'abri des mouvements volontaires; nous avons conservé trois ou quatre heures des chiens choréiques dont la moelle était coupée vers la région cervicale supérieure (au niveau de la troisième ou quatrième vertèbre). Pendant ce temps, les animaux qui respiraient très-difficilement et qui cessaient même complétement de respirer dans les premiers instants qui suivaient la section de la moelle, étaient soumis à la respiration artificielle au moyen d'un tube placé dans la trachée. Immédiatement après l'opération les mouvements choréiques sont d'abord ralentis, et dans un cas ils ont cessé complétement pour reparaître spontanément après quatre ou cinq minutes. Ils se maintiennent dès lors tant que l'animal n'est pas très-affaibli. Si

l'on arrête la respiration, la chorée ne tarde pas à décroître, les mouvements sont moins forts et moins fréquents, ils disparaissent complétement au bout d'une à deux minutes et se montrent de nouveau progressivement dès qu'on insuffle de l'air.

La chorée n'est donc pas sous l'influence directe du cerveau, l'expérimentation le démontre nettement; il n'est pas douteux cependant que les pathologistes ont vu la chorée se développer à la suite de certaines lésions de l'encéphale (hémorrhagie, ramollissement). Nous pensons que les connexions intimes qui unissent les cellules nerveuses cérébrales et les cellules médullaires expliquent suffisamment l'influence des premières sur les secondes, et l'excitation pathologique de la moelle après une lésion cérébrale. Nous avons constaté cette action éloignée du cerveau sur les mouvements choréiques dans quelques expériences; les caresses modifient momentanément les contractions rhythmiques, il en est de même de la peur. Dans la figure 5, un chien craintif étant

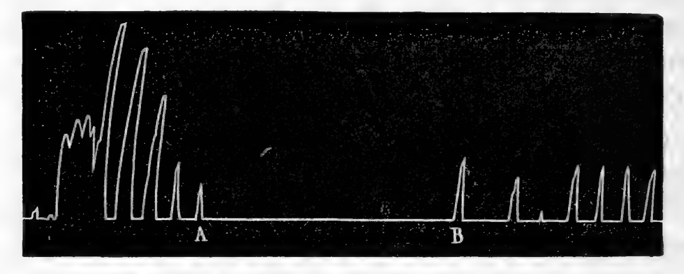


Fig. 5. — Le cylindre fait un tour par minute.

attaché sur une table et parfaitement calme, on frappe avec force sur une lame métallique, de façon à produire un grand bruit; les contractions, très-fortes d'abord, cessent pendant un temps assez court (de A à B), puis elles se rétablissent; lorsque l'animal s'est habitué au bruit, on n'obtient plus les mêmes effets, il y a au contraire augmentation des mouvements.

On sait que pendant le sommeil, l'agitation choréique cesse; ce qui prouve bien qu'il y a repos des éléments médullaires et des éléments cérébraux; la moelle sommeille comme le cerveau.

Les anesthésiques agissent de la même manière que le som-

meil normal et permettent de suivre la décroissance progressive des contractions. Après avoir injecté 3 gr. 50 centigr. de chloral hydraté dans le rectum d'un chien choréique, nous avons obtenu une série de tracés (fig. 6) dans lesquels on voit l'amplitude de

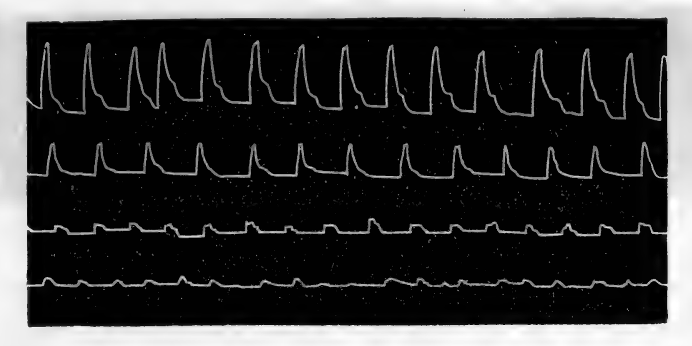


FIG. 6. — Le cylindre fait un tour par minute.

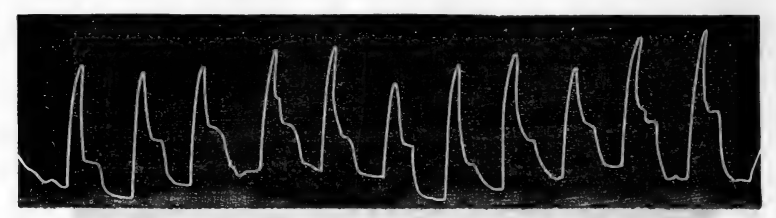
mouvements décroître peu à peu. On obtient enfin une ligne droite, c'est-à-dire que tout mouvement cesse sans que pour cela les contractions volontaires soient suspendues ; si l'on pince l'animal, il crie et s'agite.

Pour la figure 6, le nombre des mouvements augmente dans les deux derniers tracés à mesure que l'amplitude décroît, mais lorsque l'absorption du chloral est plus avancée, le nombre diminue notablement.

Ainsi, en supprimant le cerveau, on ne fait pas cesser les mouvements choréiques ; d'un autre côté, en donnant les anesthésiques, dont l'action se porte plus spécialement sur les cellules sensitives de la moelle, on abolit les mouvements, ce qui laisse déjà supposer que ces cellules ou les nerfs qui en dépendent sont le siége de la maladie.

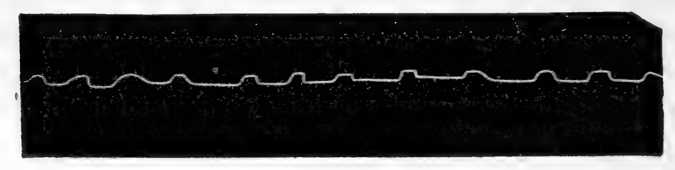
Sur deux de nos chiens choréiques, dont les mouvements rhythmiques affectaient l'un des membres antérieurs, nous avons mis la moelle à découvert sur une longueur de 2 décimètres, en partant de la troisième vertèbre cervicale. Nous avons noté d'abord qu'après l'opération il y avait un affaiblissement marqué des mouvements qui se rétablissaient peu à peu par le repos. Si,

dans ces conditions, on venait à exciter légèrement les cordons postérieurs en promenant le dos d'un scalpel à leur surface, les contractions devenaient énormes, comme on le voit dans notre figure 7, qu'il faut comparer au tracé normal de la figure 1. Peu


Fig. 7. — Le cylindre fait un tour par minute.

à peu la moelle exposée à l'air se refroidissait, les mouvements s'affaiblissaient et disparaissaient même entièrement ; pour les rétablir il suffisait de rabattre les couches musculaires sectionnées et de recouvrir la moelle, mais on obtenait un résultat bien plus prompt et plus marqué en la réchauffant artificiellement au moyen d'éponges imbibées d'eau chaude.

Après ces constatations et divers essais d'électrisation sur lesquels nous reviendrons plus loin, nous avons sectionné les racines postérieures du côté choréique, sur l'un des chiens dont la moelle était séparée du cerveau ; cette expérience a été tentée déjà par M. Bert (*Leçons sur la respiration*), et nous avons obtenu le même résultat, c'est-à-dire que les mouvements rhythmiques n'ont pas disparu (fig. 8); ils avaient notablement diminué d'intensité,


Fig. 8. — Le cylindre fait un tour par minute.

la contraction était moins brusque et durait plus longtemps, comme on le voit sur le tracé ; nous devons dire que l'animal était soumis à la respiration artificielle depuis plus d'une heure et se trouvait très-affaibli. Du reste, il importe peu que ces mouve-

ments soient faibles, ce qu'il est utile de constater, c'est qu'ils persistent avec leur rhythme habituel après la section des racines postérieures, et que par conséquent ils ne sont point sous l'influence des nerfs périphériques.

Nous avons, sur un autre chien, sectionné la moelle sur la ligne médiane et les mouvements ont continué, puis avec des ciseaux courbes nous avons excisé une partie des cornes et des cordons postérieurs; les contractions rhythmiques sont devenues plus faibles, il semblait même qu'elles avaient cessé dans quelques points; ce n'est qu'en excisant profondément la région postérieure, que nous avons suspendu tous les mouvements choréiques qui dépendaient de la portion de moelle en expérience; les secousses choréiques n'ont point cessé dans les muscles innervés par le tronçon de moelle demeuré intact.

Il est donc permis d'affirmer que le siége de l'affection choréiforme se trouve dans les cellules nerveuses de la corne postérieure ou dans les filets qui unissent celles-ci aux cellules motrices. Nous verrons que l'expérimentation, au moyen des courants électriques, confirme ces déductions.

INFLUENCE DES COURANTS ÉLECTRIQUES SUR LES MOUVEMENTS CHORÉIFORMES.

Nous avons multiplié les expériences au moyen des courants électriques de sources diverses, nous n'insisterons que sur celles qui ont une importance capitale dans la question qui nous occupe.

Les courants d'induction étant dirigés sur le membre choréique ou mieux encore un des pôles étant appliqué à l'extrémité du membre et l'autre sur le dos de l'animal, il survient une contraction tétanique qui abolit complétement les mouvements rhythmiques lorsque le courant est fort; avec un courant très-faible, si faible qu'on le supporte sur la langue, on détermine un certain degré de contracture qui, sans abolir complétement les mouvements, les modifie et les rend faibles et irréguliers (fig. 9). La figure 9, qui représente imparfaitement ce que nous venons

de décrire et ce que nous avons vu plusieurs fois, montre au contraire très-bien que les contractions sont plus faibles après la cessation du courant qu'avant son passage. Nous avons toujours remarqué qu'une série de contractions puissantes ou de convul-



FIG. 9. — Le cylindre fait un tour par minute.

sions tétaniques des muscles était suivie d'un calme relatif excepté dans les cas où l'on agit directement sur la moelle, ainsi que nous le dirons bientôt.

Les courants continus appliqués sur le membre choréique nous ont donné, dans tous les cas, une diminution dans l'intensité des contractions. Quelle que fût la direction du courant, on voyait les mouvements s'affaiblir et en même temps leur fréquence augmentait.

L'électrisation directe ou indirecte de la moelle devait nous donner les résultats les plus intéressants.

Sur nos chiens dont la moelle à découvert était sectionnée transversalement à sa partie supérieure, nous avons cherché d'abord l'influence directe des courants continus fournis par huit piles Remak; le canal rachidien était ouvert sur une longueur de deux décimètres dans la région d'où émergeaient les nerfs qui se rendaient au membre choréique; les pôles étaient appliqués aux deux extrémités de la région découverte à la surface de la partie postérieure de la moelle, les rhéophores étaient préalablement placés et au moyen d'un commutateur on établissait le circuit sans toucher de nouveau à la moelle.

Au commencement du tracé 10 on reconnaît les contractions normales; au point A, qui devrait être placé en bas, on fait passer un courant ascendant, c'est-à-dire que le pôle négatif est placé

du côté de la section faite près du bulbe et le pôle positif vers l'extrémité inférieure de la partie ouverte; immédiatement les contractions augmentent de nombre et d'intensité, elles durent

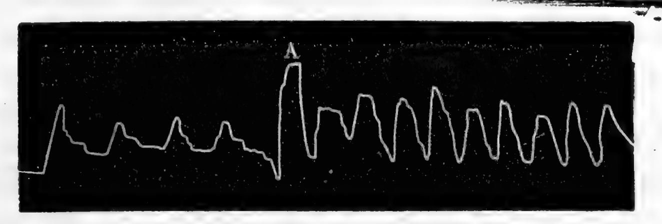


Fig. 10. — Le cylindre fait un tour par minute.

plus longtemps, ce qui est indiqué par un plateau qui réunit les lignes ascendantes et descendantes, en outre il n'y a presque plus de repos. Dès qu'on interrompt le courant, l'amplitude des oscillations diminue et devient plus faible même qu'avant l'électrisation. Si à ce moment on change la direction, on voit (fig. 11)

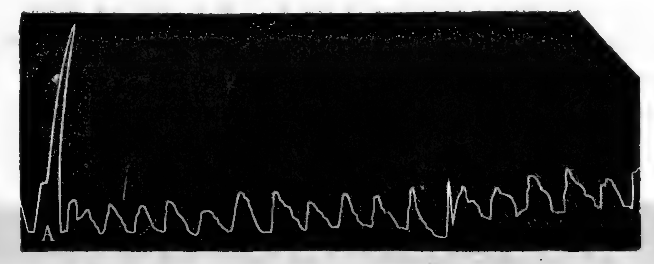


Fig. 11. — Le cylindre fait un tour par minute.

que le courant descendant au point A, après avoir déterminé une brusque secousse, donne des contractions plus faibles; en B on arrête l'électrisation et les contractions augmentent. En conti-

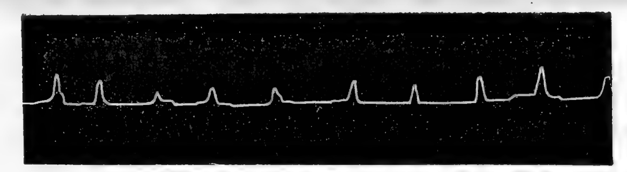


Fig. 12. — Le cylindre fait un tour par minute.

nuant plus longtemps le courant descendant sur la moelle, on remarque toujours la faiblesse et la rareté des mouvements rhythmiques (fig. 12). Dans ces expériences, nous ne sommes pas

arrivés à arrêter complétement les mouvements ; il est vrai que nous n'avons jamais employé plus de 15 piles Remak.

Ainsi pendant le passage du courant ascendant appliqué à la partie postérieure de la moelle, il y a augmentation des contractions ; à la rupture on trouve, au contraire, une diminution ; avec le courant descendant, c'est l'inverse. Nous avons insisté bien des fois sur l'importance de la direction du courant et nos observations dans ces cas de mouvements choréiques confirment tout ce que nous avons dit à cet égard ; c'est à tort que l'on attribue au contact du pôle positif ou négatif des effets physiologiques différents que l'on doit rapporter au sens du courant. Nous en avons eu la preuve en répétant l'expérience précédente d'une autre façon. Sur le chien dont la moelle était à découvert et sectionnée en haut, nous avons appliqué les pôles non plus directement sur la moelle, mais aux extrémités de l'animal, dans la gueule et dans le rectum, et les modifications du mouvement sont survenues comme dans le cas où l'électricité était portée sur la moelle mise à nu.

Dans le tracé 13, les contractions normales sont faibles; au point A, on fait passer un courant ascendant par tout le corps de

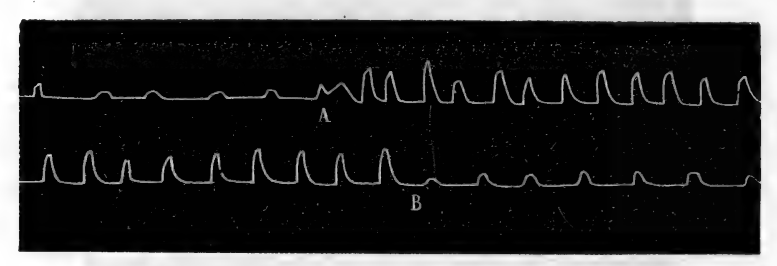


FIG. 13. — Le cylindre fait un tour par minute.

l'animal, l'augmentation du nombre et de l'intensité des mouvements rythmiques apparaît clairement, l'effet se continue sur la seconde ligne jusqu'en B, où l'on interrompt le circuit. Nous avons répété cette expérience un grand nombre de fois et toujours avec le même succès; souvent même, lorsque les mouvements s'arrêtaient complétement, soit sous l'influence d'un poison, soit à la suite de l'affaiblissement progressif de l'animal, nous

avons pu, par ce moyen, ranimer les contractions rhythmiques.

Dans le tracé 14, un courant descendant appliqué aux extrémités du chien détermine, comme on devait s'y attendre, une diminution notable des mouvements, l'électrisation commence en A et finit en B. On le voit donc, il est impossible d'admettre ici

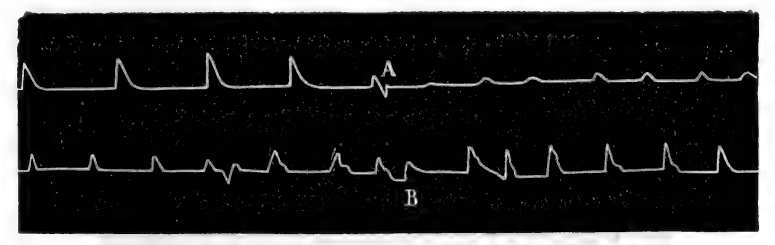


Fig. 14. — Le cylindre fait un tour par minute.

autre chose que l'influence de la direction du courant, qui agit à la façon du chloral lorsqu'il est descendant, et comme la strychnine lorsqu'il est ascendant.

Pour montrer l'indépendance complète des racines postérieures de la moelle dans les faits que nous venons d'étudier, nous avons sectionné ces racines et nous avons attendu que l'affaiblissement

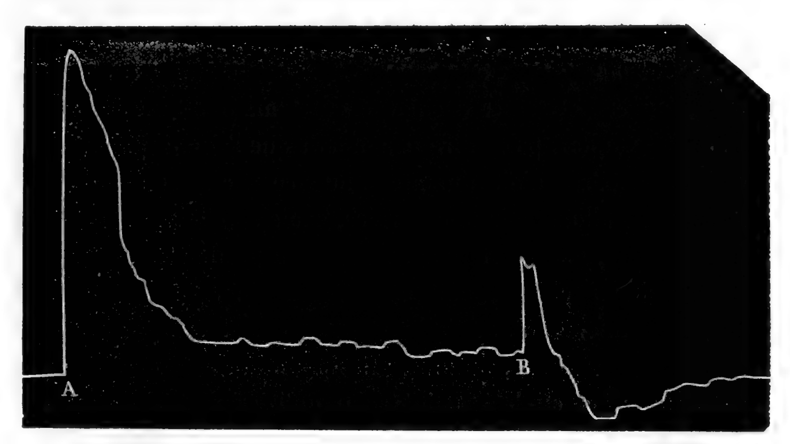


Fig. 15. — Le cylindre fait un tour par minute.

de l'animal fît cesser les contractions; le passage du courant ascendant étant alors établi comme ci-dessus (fig. 15) au point A, nous voyons une brusque ascension succéder à la ligne droite

du repos, puis après cette secousse on enregistre des mouvements rhythmiques qui sont faibles à la vérité, mais il faut bien noter qu'on n'observait aucune contraction avant l'électrisation. A l'interruption du courant en B, on constate de nouveau une petite secousse, les mouvements continuent quelque temps, puis ils s'éteignent.

Le tracé suivant (fig. 16) nous montre les effets du courant descendant dans les mêmes circonstances. L'instrument enregistreur donnait une ligne droite. On électrise en A et après une

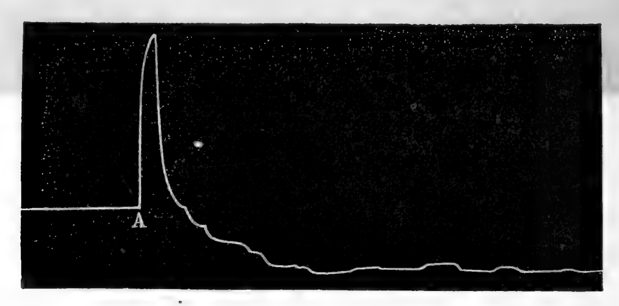


Fig. 16. — Le cylindre fait un tour par minute.

brusque secousse on a quelques légères contractions plus faibles que dans le précédent tracé, puis une ligne droite qui n'est pas indiquée dans la figure; en cessant l'électrisation, il y a quelquefois de nouveau quelques oscillations et l'immobilité reparaît.

Nous ne voulons point dire cependant que l'excitation des racines postérieures n'ait aucune influence sur l'intensité de la chorée, nous allons voir le contraire, mais si elle peut modifier le mouvement, elle n'est pour rien dans sa production.

Sur un de nos chiens, dont le canal rachidien est ouvert et qui est sous l'influence d'une légère dose de chloral, nous soulevons une racine postérieure, un mince fil de platine est glissé dessous et un autre placé au-dessus de façon qu'ils ne se trouvent pas exactement dans le même plan; on met les fils de platine en rapport avec un appareil d'induction qui donne un courant extrêmement faible. Dès que le courant passe (fig. 17) au point A, il y a une secousse très-vive; on continue l'excitation pendant un quart de minute; dans la figure on a indiqué cette période dont

l'enregistrement donne une ligne droite par une série de points; quand on cesse, le tracé descend au niveau primitif et les oscillations reparaissent; les premières sont déjà plus fortes que celles

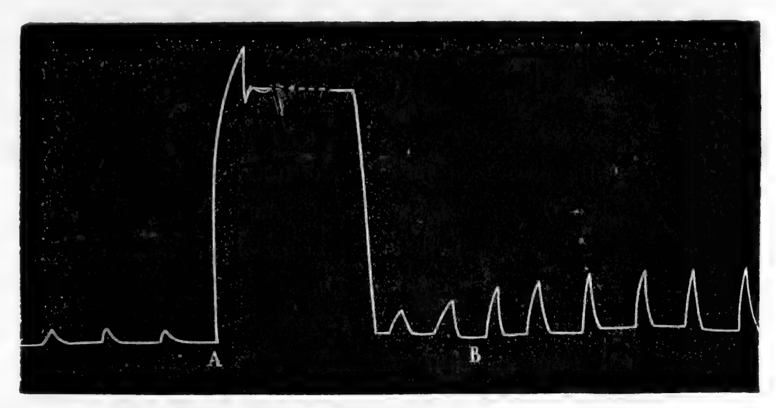


Fig. 17. — Le cylindre fait un tour par minute.

qui ont précédé l'électrisation, mais elles acquièrent au point B une énergie remarquable. Cette expérience vient ajouter une nouvelle preuve à la localisation de la chorée dans les cornes postérieures; l'excitation des racines postérieures se transmet aux cellules sensitives en déterminant une exagération anormale de la fonction.

Nous avons obtenu des résultats analogues en électrisant de la même façon une portion des cordons postérieurs de la moelle.

Pour terminer, nous dirons quelques mots de l'emploi du galvanomètre qui nous apprend peu de chose sur les contractions choréiques. Des aiguilles de platine, placées l'une dans la profondeur et l'autre à la surface des muscles atteints de secousses ont amené une déviation semblable à celle que nous obtenions sur des muscles au repos; il est vrai que dans les membres choréiques la contraction et le repos se succédaient si rapidement qu'il était difficile d'avoir une déviation en sens contraire de l'aiguille du galvanomètre au moment de la contraction, en tout cas il n'y avait pas la moindre oscillation. En enfonçant une aiguille dans un muscle choréique et une autre dans un muscle immobile sur le même animal, et mettant en communication les

deux aiguilles avec le galvanomètre, la déviation qui survenait semblait indiquer que les muscles choréiques étaient positifs par rapport aux autres.

L'examen microscopique de la moelle de ces chiens ne nous a rien appris sur l'anatomie pathologique de cette singulière affection ; nous avons seulement remarqué que les régions médullaires d'où partaient les nerfs des membres choréiques étaient plus congestionnées, mais nous n'oserions affirmer que c'est là une lésion constante.

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

Recherches sur l'état sénile du crâne, par le Dr H. É. SAUVAGE. (Thèse. Paris, 1869, in-4.)

Ce travail commence par une savante et très-complète étude de la composition des os au point de vue des proportions des principes d'origine minérale, envisagés les uns par rapport aux autres, et par rapport à la quantité des substances d'origine organique.

En terminant le chapitre consacré aux modifications chimiques des os du crâne particulièrement, M. Sauvage résume ses recherches ainsi qu'il suit :

1° La quantité d'eau diminue avec l'âge.

2° La proportion de matière grasse est plus grande chez les vieillards que chez les jeunes sujets ; cette quantité ne croît pas régulièrement et proportionnellement avec l'âge.

3° C'est à la graisse qu'il faut attribuer la quantité relativement considérable de matière organique que renferment certains os de vieillards.

4° La proportion de matière organique diminue, et par contre celle de matière minérale augmente, avec l'âge.

5° Cette diminution peut ne pas être proportionnelle à l'âge, à cause de la présence de la matière grasse.

6° La quantité de carbonate de chaux peut être deux fois et demie plus grande chez l'enfant que chez le vieillard.

7° La quantité de chaux contenue dans le phosphate peut être deux fois plus forte chez l'enfant que chez le vieillard.

8° La proportion d'acide phosphorique est plus faible chez l'enfant que chez l'adulte et que chez le vieillard.

9° La magnésie paraît être en plus grande quantité chez l'adulte que chez le vieillard.

10° La quantité absolue de chaux varie relativement peu aux différents âges ; elle a été trouvée à son maximum chez l'enfant et chez l'adulte.

11° La quantité des diverses substances inorganiques ne varie nullement d'une façon régulière relativement à l'âge, de sorte, par exemple, que la quantité de carbonate de chaux peut être plus grande à l'âge de quatre-vingt-quatre ans qu'à l'âge de soixante-dix-sept ans. On ne peut, à ce point de vue, faire que trois divisions : pour les enfants, les adultes et les vieillards.

Changements dans les sutures.— Après avoir décrit les modifications des os en ce qui touche leurs dimen-sions, l'épaisseur, l'état des sillons vasculaires, l'auteur examine les changements survenant dans les sutures qu'il résume ainsi : 1° C'est par la suture bipariétale que commence la synostose, et, par conséquent, que la lambdoïde et la coronale restent plus longtemps ouvertes que cette suture.

2° C'est par la partie postérieure de la sagittale que se fait la synostose ; elle a lieu là où la suture est la moins compliquée, dans la division 4 de Welcker, entre les trous pariétaux ; nous avons déjà dit que c'est à ce niveau qu'ordinairement commence à se manifester le *sulcus sagittalis externus* de Barkow.

3° L'ossification de la sagittale est ensuite plus active dans la partie médiane de la suture qu'à la partie antérieure.

4° Après la sagittale commencent à s'oblitérer la coronale et la lambdoïde.

5° Les parties latérales de la coronale restent plus longtemps ouvertes que la partie médiane.

6° C'est la partie médiane de cette suture qui s'efface le plus complétement ; sur cinquante-trois cas où cette suture est représentée par les numéros 0 et 1/2, on a trente fois sur cinquante-trois l'oblitération de cette partie (1).

7° La partie latérale droite s'oblitère avant la gauche, et plus que celle-ci dans le rapport de 14 à 9.

8° La lambdoïde reste un peu moins longtemps ouverte que la coronale.

9° A l'inverse de la coronale, la lambdoïde commence à s'oblitérer par sa partie latérale droite, puis par la partie médiane ; c'est la partie latérale gauche qui se ferme la dernière ; ces résultats peuvent être exprimés par des nombres qui sont entre eux comme 96 : 58 : 49.

10° La soudure, quoique commençant à droite, est cependant moins ac-

(1) M. Broca emploie la notation suivante pour exprimer l'état des sutures : numéro 0 désigne une soudure absolue, un effacement de la suture ; numéro 1, une soudure complète, mais sur laquelle on aperçoit encore des traces ; numéro 2, soudure commençante ; numéro 3, suture très-ouverte.

tive de ce côté qu'à la partie médiane où la suture s'efface plus souvent complétement.

11° La suture sphénoïdale s'oblitère avant la suture écailleuse ; ces sutures sont les deux dernières à se souder.

12° Ces deux sutures sont rarement largement ouvertes, puisque sur les cent vingt-cinq crânes nous ne notons qu'une fois le numéro 2 pour la sphénoïdale, et trois fois pour la suture écailleuse.

13° La suture écailleuse se ferme plutôt à gauche qu'à droite.

14° Il est très-rare que cette suture soit complétement oblitérée ; 1,3 pour 100.

15° L'oblitération des sutures commence toujours par la face interne du crâne.

16° Il ne paraît y avoir aucune relation entre le degré de complication de la suture et le degré de soudure de cette même suture. C'est ainsi, par exemple, qu'une suture compliquée comme 4 et comme 3, pourra n'avoir sur le même crâne comme numéro de soudure que 1 et 1/2, tandis qu'une suture compliquée comme 0, pourra être ouverte comme 1 et même comme 2.

17° Il est très-rare que les sutures soient complétement oblitérées à la face externe du crâne ; chez les cinq sujets âgés de plus de quatre-vingt-dix ans, nous notons quatre fois la suture coronale encore visible aux parties latérales et deux fois au milieu ; la sagittale est trois fois visible à la partie postérieure et une fois à la partie antérieure ; la lambdoïde présente encore quelques traces quatre fois.

18° L'oblitération des sutures commence, en général, vers l'âge de quarante-cinq ans ; dans certaines circonstances exceptionnelles, elle peut être retardée beaucoup au delà. D'autres fois, au contraire, la synostose est prématurée ; comme ce fait peut avoir une grande importance au point de vue de la médecine légale, nous dirons avec Welcker que « l'oblitération précoce soude ordinairement les os, suivant toute leur épaisseur ; l'ossification a des limites bien définies et ne fait pas de sauts. L'oblitération sénile commence par souder çà et là quelques dents de la suture ; fréquemment aussi la soudure des tables vitrées est déjà achevée, tandis qu'extérieurement on voit encore des endroits intacts. »

19° D'après le Dr Pruner bey, l'ordre d'oblitération des sutures différerait suivant la forme brachycéphale ou dolichocéphale du crâne.

20° La suture médio-frontale se soude de très-bonne heure et par les parties supérieure et médiane. Lorsqu'elle persiste, elle est la dernière à se fermer. La persistance est généralement héréditaire ; elle est beaucoup plus élevée dans les races supérieures.

Changements dans la structure. — L'étude que M. Sauvage fait de la structure de l'os porte sur le pariétal, cet os ayant déjà été, dans la partie précédente du travail, étudié quant à la composition chimique. C'est au pariétal, en outre, que se produit surtout l'atrophie ; les points de comparaison seront donc plus exacts.

Chez le fœtus de sept mois, les ostéoplastes sont très-nets et en partie pourvus de canalicules osseux dont plusieurs communiquent entre eux, comme le montre la figure 1 ci-contre.

Dès ce moment, les ostéoplastes sont développés, les lames et les lamelles, les canaux de Havers se prononcent. Nous ne pouvons entrer ici dans aucun

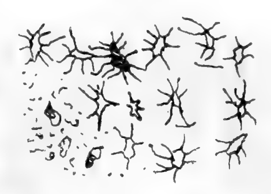


Fig. 1.

détail à ce sujet. Prenons l'os tout formé et comparons-le chez l'adulte et chez le vieillard, en poussant l'analyse de plus en plus loin.

Que l'on fasse une coupe perpendiculaire du pariétal, et l'on aura la disposition des cellules du diploé et l'épaisseur relative de chacune des tables de l'os. Les figures 4 à 7 de la planche II représentent de semblables coupes grossies deux fois. La figure 4, se rapporte à un adulte, les figures 6 et 7 à deux femmes âgées l'une de soixante-deux, l'autre de quatre-vingt-quatre ans. La coupe numéro 5 a été faite au point le plus vasculaire d'un crâne de femme âgée de soixante-quatre ans, très-épais et très-lourd. On voit, comme nous l'avons dit plus haut, que l'épaississement se fait principalement aux dépens du diploé, et aussi que les cellules en sont beaucoup plus prononcées et plus nombreuses dans la vieillesse. Même conclusion doit se tirer de l'examen des figures 16 et 15, qui représentent des sections horizontales du diploé d'adulte et d'individu âgé.

Lame externe. — Vue à un grossissement suffisant, la lame externe, chez l'adulte, commence par une série de lamelles fondamentales ou externes parallèles à la surface de l'os, variant d'épaisseur entre 0,20 et 0,75 et pouvant atteindre jusqu'à 0,98 en certains points, et dont le nombre peut aussi varier de quatre à dix-huit, suivant les endroits examinés, parfaitement limités par une partie un peu plus foncée ; l'intervalle qui les sépare varie de 0,025 à 0,045.

Chez une femme de soixante-deux ans (obs. D), la table externe du pariétal est à peine marquée et le diploé arrive presque jusqu'à la surface externe de l'os. On n'aperçoit que dans certains points une série d'ostéoplastes dirigée parallèlement à la surface et appartenant aux lamelles externes ; dans tous les cas, une partie des lamelles fondamentales a disparu ; les ostéoplastes sont très-voisins de la surface et leurs canalicules y vont déboucher. Chez l'adulte, nous avons vu toujours un espace notable entre la dernière ligne d'ostéoplastes et la surface la plus externe du crâne. En certains points ces lamelles n'existent plus, et les ostéoplastes présentent

la disposition irrégulière curviligne qu'ils affectent dans les espaces intermédiaires aux systèmes de canaux de Havers.

Chez l'adulte, l'os présente, en certains points, à la section horizontale, une série de lamelles, séries les unes plus claires, les autres plus foncées; cette disposition est reproduite dans la figure 2 ci-contre.

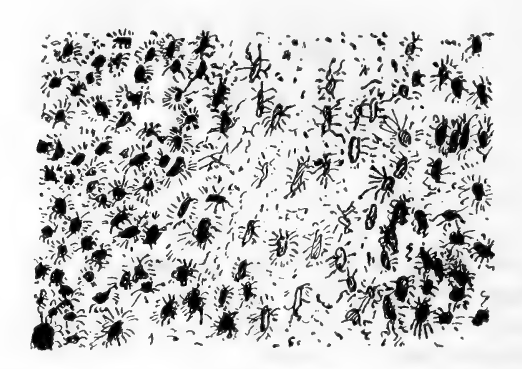


FIG. 2.

Au milieu de la figure, on voit les ostéoplastes plus pâles, moins nombreux, à prolongements moins longs et plus rares ; des deux côtés, les ostéoplastes sont bien plus foncés, plus nombreux, plus serrés, et leurs canalicules plus fréquemment anastomosés; dans le bas est une partie de l'ensemble d'un système de Havers.

Si nous faisons la même coupe au pariétal d'un individu âgé, nous remarquons une série de lamelles parfaitement limitées, fréquemment contournées, et bien plus nombreuses que chez l'adulte.

Sur la coupe d'un autre crâne assez mince, venant d'une femme de quatre-vingt-quatre ans (obs. O), on voit que les lamelles fondamentales externes ont disparu presque partout, et qu'en certains points des canaux de Havers s'ouvrent directement à la surface, n'ayant ainsi qu'une partie de leur système spécial ; semblable disposition a été notée par Kölliker : « D'autres fois, dit-il, des lamelles fondamentales de la table externe manquent complétement, par places, dans certaines régions vasculaires, et alors les lamelles de Havers arrivent très-près de la surface. » Ce fait est la règle non-seulement sur le crâne que nous étudions en ce moment, mais encore sur un autre d'une femme de soixante-quatre ans (obs. E), crâne très-lourd, très-épais, très-vasculaire à la face interne, et sur lequel deux rangées d'ostéoplastes appartenant aux lamelles fondamentales externes ne se voient qu'en quelques points.

Chez l'adulte, dans une section de l'os, on a en moyenne sept cavités de Havers par millimètre carré pour la lame externe, ce nombre pouvant varier de quatre à onze ; on voit leur coupe dans la préparation ; ils suivent donc

une direction générale parallèle à la surface. Ces canaux de Havers sont peu abondants dans les couches les plus superficielles, mais le deviennent davantage quand on se rapproche du diploé. Le nombre de couches d'ostéoplastes faisant partie d'un système de canal de Havers varie de trois à sept ; il est, en général, de cinq. La largeur relative du canal et du système spécial l'entourant est très-variable ici, comme d'ailleurs dans tous les points du système osseux. La largeur du canal a varié de 0,04 à 0,20, et l'épaisseur de l'ensemble des lamelles de 0,07 à 0,23.

Tomes et de Morgan ont signalé un phénomène intéressant se produisant lors du développement des os. Un espace de Havers peut être le point de départ d'une dissolution d'une partie de l'os ; les lamelles sont alors irrégulièrement rongées, et les canaux de Havers se présentent sous l'aspect de lacunes de dimensions et de formes variables, désignées par Tomes et de Morgan sous le nom de *Haversian spaces*, espaces de Havers. Plus tard, « ces espaces peuvent se remplir ultérieurement de nouvelles couches lamellaires, que l'on reconnaît par la limite irrégulière, caractéristique, qui les sépare des lamelles anciennes. Il semble même qu'il puisse se produire encore une nouvelle résorption, suivie du développement de lamelles concentriques tertiaires.

Semblable observation a été faite par M. Sauvage dans les parties les plus externes de la coupe du pariétal de la femme âgée de soixante-deux ans. Un canal de Havers est devenu un espace de Havers de 0,40 de long ; plus tard, dans une longueur de 0,25, des couches osseuses avec très-peu d'ostéoplastes, ceux-ci n'ayant que quelques grêles canalicules, sont venus se déposer ; cet espace arrivait tout près de la surface externe de l'os. D'autres canaux de Havers présentent le même phénomène ; quelques-uns sont complétement oblitérés. Remarquons ici, pour compléter ce que nous avons dit plus haut, que sur ce pariétal, au point où les lamelles de la lame externe existent elles ont par leur ensemble 0,35 d'épaisseur et sont au nombre de quinze ; on les isole bien mieux au moyen de la lumière polarisée ; on voit ainsi un faisceau large de 0,17 contourner un canal de Havers et venir se fusionner avec son système spécial.

La lame externe de ce pariétal ne présente que quelques rares canaux de Havers.

Quant à la lame externe du pariétal d'une femme de quatre-vingt-quatre ans, les canaux de Havers étaient, en moyenne, de dix par millimètre carré ; leurs diamètres ont varié de 0,05 à 0,12 et de 0,04 à 0,12 ; le nombre des lamelles de quatre à sept. Dans la lamelle externe du pariétal de la femme de soixante-quatre ans, le nombre des canaux de Havers s'est élevé, par millimètre carré, de dix à quatorze ; les diamètres ont été de 0,12 à 0,20 et de 0,15 à 0,35, le nombre des lamelles de quatre à dix.

Chez l'adulte, les dimensions des ostéoplastes ont été en moyenne, pour la hauteur de 0,015 (de 0,010 à 0,020), pour la largeur de 0,025 (0,020 à 0,030) et pour la longueur de 0,065 (0,050 à 0,070). La coupe du

pariétal montre que les ostéplastes en sont nombreux, grêles, longs et très-fréquemment anastomosés; l'aspect que présentent ces ostéoplastes est représenté fig. 3 ; cette figure, comme toutes les autres d'ailleurs, a été dessinée à la chambre claire et reportée directement sur métal ; chaque trait se

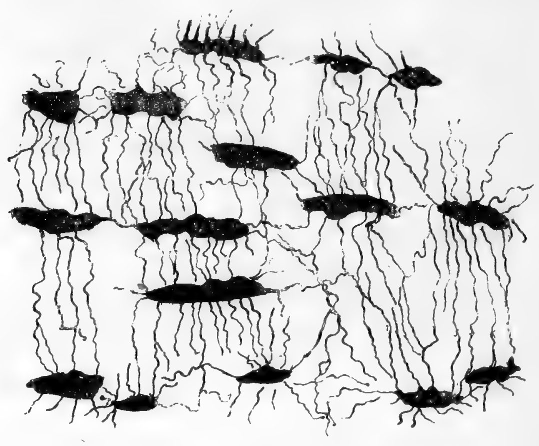


Fig. 3.

trouve donc à sa place et avec son importance relative; faisons de plus remarquer que toutes ces figures sont faites à un grossissement de 320 diamètres.

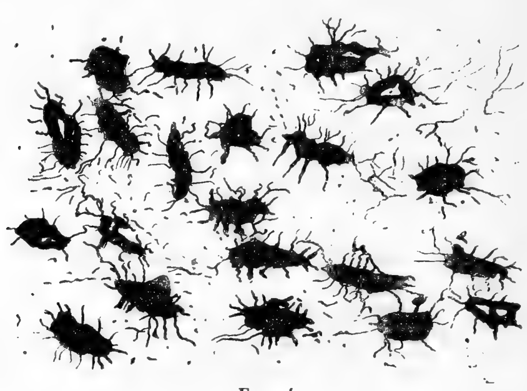


Fig. 4.

Dans une section horizontale bien différente est évidemment l'aspect des ostéoplastes ; ils se présentent alors suivant leur coupe en épaisseur ; leur aspect chez l'adulte est reproduit à la figure 4 ; nous donnons en regard la vue d'ostéoplastes pris dans une semblable coupe du frontal (fig. 5), pour montrer que, pour que les résultats soient comparables, il faut emprunter ses maté-

riaux de comparaison aux mêmes os, mieux encore aux mêmes points d'un même os ; c'est pourquoi toutes les coupes ont été faites au pariétal, au lieu d'élection de l'atrophie sénile.

Dans certains crânes de vieillards, les ostéoplastes de la lame externe

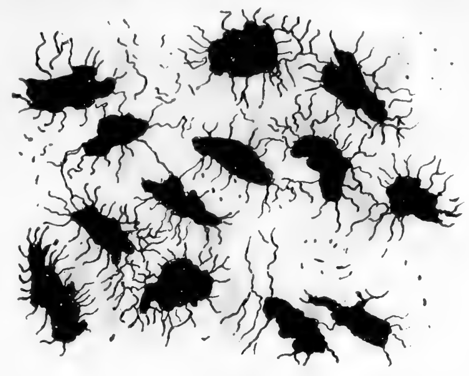


Fig. 5.

peuvent être très-grêles et leurs canalicules très-peu nombreux, quoique plus larges que chez l'adulte ; c'est qu'une partie en a été oblitérée. Cette disposition est visible sur la figure 12 de la planche II représentant des ostéoplastes préparés au carmin ammoniacal (femme de quatre-vingt-trois ans). Chez d'autres vieillards, ils peuvent atteindre des dimensions plus considérables ; chez la femme de soixante-quatre ans, leur hauteur a été en moyenne de 0,012 (de 0,008 à 0,018), leur largeur de 0,015 (de 0,008 à 0,015), leur longueur de 0,060 (de 0,050 à 0,080). Dans d'autres préparations, les hauteurs ont été 0,015 (0,010 à 0,018) et 0,010 (0,008 à 0,015), les lon-

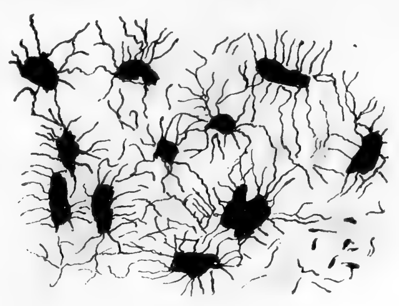


Fig. 6.

gueurs de 0,060 (0,840 à 0,070), et 0,065 (0,050 à 0,080). Les ostéoplastes de la lame externe du pariétal sont donc un peu plus petits chez le vieillard que chez l'adulte. La figure 6 montre ces ostéoplastes pris dans une section horizontale et la figure 7 dans une section verticale.

On voit dans les figures 6 et 7 que les ostéoplastes sont encore plus fréquemment anastomosés que chez l'adulte, et que les canalicules en sont tout aussi longs. C'est que, comme l'ont indiqué Tomes et Campbell de Morgan « dans un système récemment formé, les canalicules ne paraissent pas passer

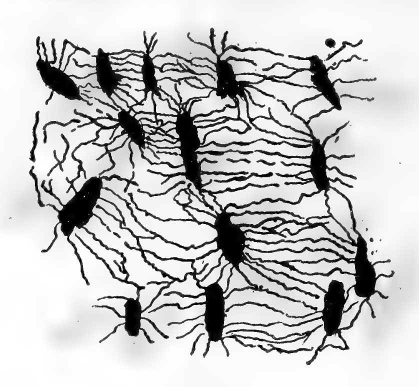


Fig7..

au travers de la couche des systèmes de Havers, tandis que, chez les sujets âgés, ils paraissent passer au travers des lacunes externes et s'anastomoser avec ceux des interstices et des lames circumférentielles, ou avec ceux des systèmes de Havers voisins. » Ce fait est réel, et les deux figures dessinées ci-dessous le démontrent.

Dans la figure 8 on voit des ostéoplastes *b*,*b* appartenant aux lamelles

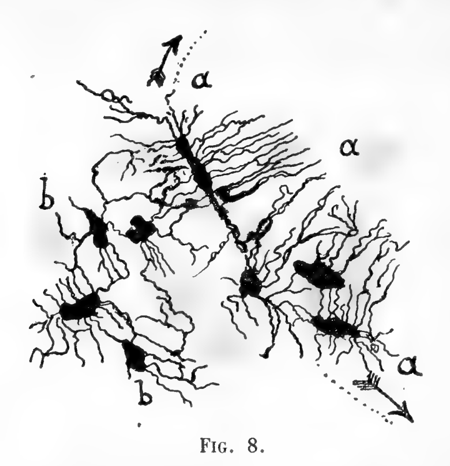


Fig. 8.

intermédiaires s'anastomoser par leurs canalicules avec ceux d'un système de canal de Havers *a*,*a*,*a* voisin.

La figure 9 est encore plus instructive en ce qu'elle montre des os-

téoplastes dont les canalicules *a*,*a* unissent les ostéoplastes appartenant à deux systèmes de canaux de Havers *b*, *b*, H. Nous n'avons pas vu avec la même netteté semblable disposition chez l'adulte.



Fig. 9.

Diploé. — Le diploé est loin d'être toujours diminué, comme l'ont avancé la plupart des auteurs, en généralisant trop souvent un fait bien observé. L'examen des figures 4 à 7 de la planche II fait voir qu'il peut ne pas en être ainsi; on voit que les cellules du diploé sont bien plus grandes chez les vieillards; semblable disposition est rendue manifeste par l'examen des figures 15 et 16 qui représentent des sections à plat; comme conséquence du fait que nous venons d'énoncer, il suit que les colonnettes qui séparent les espaces diploétiques sont beaucoup plus grêles que chez l'adulte.

Les lamelles sont beaucoup plus fréquentes, et plus fréquemment les lignes d'ostéoplastes s'entrecroisent, comme le montre la comparaison des figures 17 et 18 de la planche II, celle-ci donnant le schéma d'une portion de diploé d'adulte, celle-là de vieillard.

Lorsqu'une cellule du diploé vient à s'agrandir, la résorption a presque toujours pour point de départ un espace de Havers, et ce fait n'est jamais aussi fréquent que dans l'âge avancé; un des bords du canal disparaît, et l'on ne voit plus qu'une partie du système spécial des lamelles; cette disposition se trouve représentée en deux points de la figure 17. Cette résorption peut être telle qu'au diploé il ne reste plus de canal de Havers qui n'ait été le point de départ d'une cellule du diploé; c'est en particulier ce que nous avons observé sur le crâne d'une femme de soixante-deux ans. Nous pouvons établir aussi que les canaux de Havers, intacts, sont bien plus abondants dans

le diploé de l'adulte que dans celui du vieillard; dans certaines coupes on remarque que les canaux de Havers deviennent beaucoup plus abondants dans les couches les plus voisines de la table externe ; souvent une bande mince plus claire à ostéoplastes moins nombreux la limite.

Dans certains crânes de vieillards, les canaux de Havers des lamelles de séparation de la table externe et du diploé peuvent devenir tellement abondants qu'ils ne sont séparés que par des espaces de 0,03 ; 0,02 ; 0,09 ; 0,10 ; l'épaisseur du système propre n'étant évidemment pas comprise.

Par la résorption d'une partie de ces lamelles, le canal de Havers devient une lacune de Havers comme nous l'avons indiqué plus haut ; cette lacune peut se remplir de graisse, comme nous l'avons observé assez souvent, ou, au contraire, être le point de départ d'une nouvelle résorption ; une légère ligne plus foncée, déchiquetée, irrégulière, marque le temps d'arrêt entre les deux résorptions. Un dépôt de matière osseuse peut avoir lieu consécutivement dans l'espace ou dans un point de l'espace de Havers ; cette matière nouvellement déposée a peu d'ostéoplastes, et les canalicules de ceux-ci sont peu nombreux, grêles et peu anastomosés entre eux. La résorption du tissu osseux ne se fait pas d'une manière régulière ; elle a lieu tantôt en un point du système spécial, tantôt en un autre ; ce qui fait qu'au milieu d'un espace formé on peut voir des parties, de petites plaques de tissu osseux ne se reliant que par une mince lame au reste de l'os. Nous avons remarqué l'aspect beaucoup plus fortement granuleux du tissu osseux de nouvelle formation se déposant dans les espaces de Havers.

Les ostéoplastes du diploé sont plus grêles et moins nombreux chez le vieillard que chez l'adulte. Les ostéoplastes qui font partie des systèmes de Havers sont aussi disposés sur moins de lignes ; ils communiquent fréquemment, comme nous l'avons dit du reste en parlant plus haut de la table externe, avec ceux des lamelles intermédiaires ; leurs canalicules viennent très-fréquemment s'ouvrir dans les espaces diploétiques ; ils sont moins nombreux, en général, au bord des lacunes que dans les trabécules qui séparent ces lacunes. Les dimensions des ostéoplastes ont été trouvées en moyenne de 0,016 et 0,037.

A la lumière polarisée le diploé se distingue parfaitement des deux lames par l'entrecroisement irrégulier des lamelles dans tous les sens ; une série des cercles concentriques blanchâtres limite les canaux de Havers. Dans le diploé, les lamelles ne sont pas nettement limitées comme dans la table externe, et l'on voit des espaces considérables qui polarisent complétement, à part toutefois les canalicules et les ostéoplastes qui se détachent en noir.

Lame interne. — Chez l'adulte, la table interne se distingue de l'externe par le plus grand nombre de canaux de Havers, presque aussi serrés en quelques points les uns contre les autres que dans la diaphyse d'un os long. Une bande de lamelle intermédiaire, en général de couleur un peu plus foncée, irrégulière et onduleuse, sépare cette table du diploé. Nous n'avons jamais vu de canal de Havers s'ouvrant directement à la surface interne. Une bande

de lamelles fondamentales internes peut avoir de 0,10 à 0,35 d'épaisseur, et comprendre de cinq à dix rangées d'ostéoplastes, l'espace entre chaque rangée étant en moyenne de 0,012.

Chez l'adulte comme chez le vieillard, au niveau d'un vaisseau, on voit les rangées d'ostéoplastes s'infléchir, comme nous l'avons dit plus haut.

Quant à la table interne chez le vieillard, elle peut présenter de telles différences, suivant l'épaisseur du crâne, que nous devons entrer dans quelques détails à ce sujet.

La lame vitrée peut être très-épaisse et avait plus de 1 millimètre (femme de soixante-quatre ans) en certains points; cinquante-cinq rangées de lamelles se voient à ses niveaux, et leurs canalicules communiquent entre eux, avec ceux des rangées voisines et des couches plus profondes et superficielles; ces ostéoplastes ont de 0,008 à 0,012 de hauteur sur 0,030 à 0,060 de long; les canalicules sont très-minces et ont tout au plus 0,0015 de diamètre; on comprend que leur longueur doive varier beaucoup suivant les points observés; en moyenne, elle est de 0,050, comme la distance qui sépare deux rangées d'ostéoplastes. Dans ce système de lamelles fondamentales dans un espace de 0,4550 mm. q., on compte trois cent quatre-vingts ostéoplastes en un point où n'existent pas de canaux de Havers.

Ceux-ci sont d'ailleurs rares, car l'auteur n'en note que sept pour la coupe de la lame vitrée dont la surface est de 10,78 mm. q.

Sur un crâne venant du sujet âgé de quatre-vingt-quatre ans, la table interne est moins épaisse; une bande plus claire à nombreux et petits ostéoplastes la sépare du diploé d'une manière assez régulière; douze à dix-huit rangées d'ostéoplastes font partie du système fondamental interne; ces cavités osseuses sont plus petites et plus serrées en se rapprochant de la surface; l'intervalle qui sépare deux rangées varie de 0,01 à 0,07, et l'espace entre chaque ostéoplaste d'une même rangée de 0,01 à 0,08. Dans une étendue de 6 mm. q., on compte dix canaux de Havers; leur coupe donne comme largeur de 0,08 à 0,50 sur 0,09 à 0,58, c'est que les plus grands commencent à se transformer en *Haversian spaces*.

Chez l'adulte, la section à plat de la table que nous étudions montre, de même que l'externe, la coupe en long de nombreux canaux de Havers; des espaces assez grands, de 3 à 4 mm. q., en sont cependant dépourvus; dans d'autres points les ostéoplastes sont nombreux et rapprochés; leur largeur peut varier de 0,02 à 0,84. Leur aspect est représenté à la figure 10.

Leur hauteur, donnée par la coupe perpendiculaire, est de 0,01 à 0,02, et leur longueur de 0,02 à 0,07. Ces ostéoplastes communiquent entre eux par de nombreux canalicules, pouvant être très-longs et reliant ainsi deux ou plusieurs ostéoplastes assez éloignés, comme le montre la figure 11.

Chez la femme de soixante-quatre ans, la section horizontale de la lame vitrée nous donne la coupe en travers de canaux de Havers; dans un espace de 35 mm. q., ils sont au nombre de vingt-trois, bien moins abondants que chez l'adulte. En de nombreux points on voit des dépôts irréguliers

de matière osseuse de nouvelle formation, tranchant sur le reste de la préparation par leur peu d'ostéoplastes, petits, à rares canalicules, par leur couleur beaucoup plus foncée et par leur limite irrégulière.

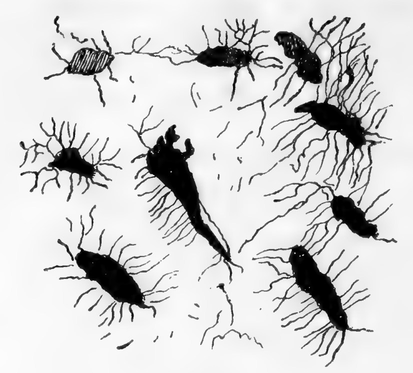


FIG. 10.

Les ostéoplastes sont plus petits que chez l'adulte, et, en certains points, leurs canalicules moins nombreux. La figure 12 représente ces canalicules vus dans une coupe perpendiculaire, et la figure 13 les mêmes corps tels

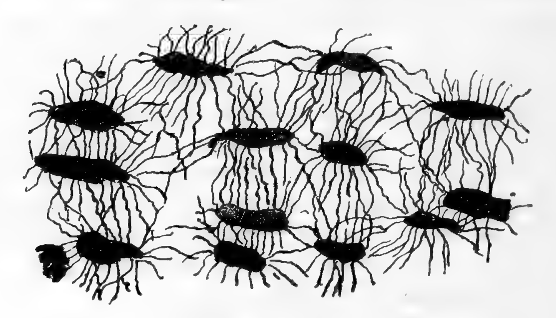


FIG. 11.

qu'ils apparaissent à la section horizontale. Les ostéoplastes des couches les plus méningiennes sont les plus rapprochés ; l'intervalle qui existe entre deux rangées varie de 0,02 à 0,07, et la distance entre deux ostéoplastes d'une même rangée de 0,05 ; il est de 0,03 en moyenne. Dans les couches les plus diploétiques, ce dernier intervalle est de 0,056 en moyenne, et l'espace entre deux rangées de 0,038.

Les dimensions des ostéoplastes sont, en moyenne, hauteur : 0,009 (0,012 à 0,005) ; longueur : 0,063 (0,045 à 0,090) ; largeur : 0,020.

Tels sont les résultats que nous fournit l'examen histologique des pariétaux de vieillards ; on voit qu'ils peuvent varier selon que le crâne est mince ou épais, qu'il a été soumis à une résorption partielle, ou, au contraire, au

dépôt de nouvelles couches de matières osseuses. Il faudrait étudier à ce point de vue les autres os du squelette. Le sujet est vaste, et nous nous pro-

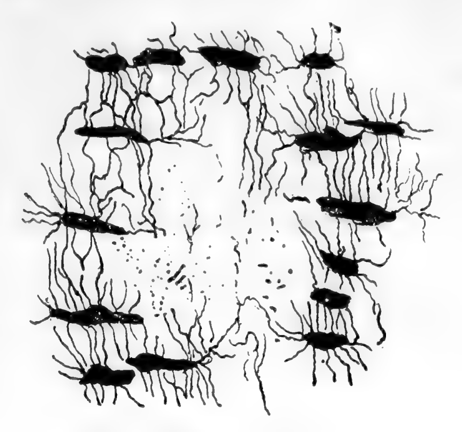


Fig. 12.

posons du reste de poursuivre des recherches des plus intéressantes, auxquelles, dans notre pensée, ce chapitre est destiné à servir seulement de programme.

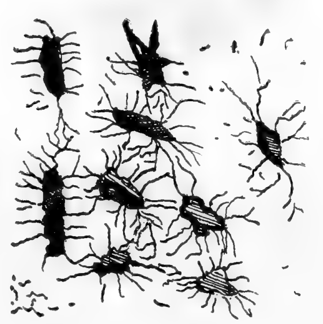


Fig. 13.

Après avoir ensuite très-complétement étudié l'atrophie sénile du crâne, M. Sauvage s'occupe de *l'examen histologique* des points atrophiés et hypertrophiés des os.

Point atrophié. — La partie la plus externe de l'os n'est nullement limitée; des canaux de Havers viennent s'y ouvrir directement, et par la résorption, une partie de leur système de lamelles a disparu. Ces canaux de Havers sont d'ailleurs peu nombreux. Nous n'en comptons que seize dans un espace de 12 mm. q. La plupart de ces canaux sont très-petits ; plusieurs ont été le point de départ d'espaces de Havers par suite de résorption centrale, et, en

quelques points, périphérique des lamelles; deux dépôts successifs de matière osseuse ont pu avoir lieu, suivis d'une résorption tertiaire. Un canal de Havers a été tellement comblé par la nouvelle matière osseuse que, de 0,40 de large, sa lumière est réduite à 0,09 ; en certains endroits même, deux ou trois canaux ont disparu, et une traînée de matière osseuse noirâtre, à ostéoplastes rares et grêles, unit les systèmes spéciaux, seuls témoins de la présence des canaux. Par contre, la résorption a été tellement active en d'autres points qu'il a pu se former des espaces de 1,15 de long sur 0,45 de haut, sans y comprendre une épaisseur d'environ 0,35 de tissu de nouvelle formation. Une série de lignes plus claires et plus foncées s'entrecroise comme dans le diploé.

Dans certaines parties, les ostéoplastes ne communiquent que faiblement entre eux; dans d'autres, les canalicules communiquent tout aussi abondamment que dans l'état normal, même que chez l'adulte, comme le montre la figure 14. Dans les lamelles intermédiaires, leur hauteur est en moyenne

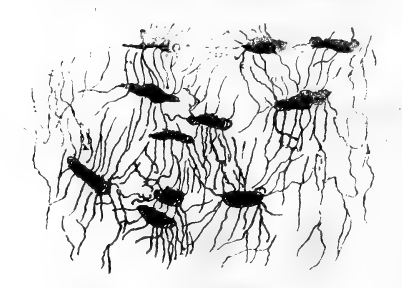


FIG. 14.

de 0,009 (0,004 à 0,020); ils sont donc plus petits que chez le vieillard et que chez l'adulte; la longueur est de 0,040 (de 0,02 à 0,06); dans les systèmes de canaux de Havers, la hauteur est un peu plus grande, 0,010.

La partie la plus méningienne de l'os est beaucoup mieux limitée, et l'on a en certains points deux et trois rangées d'ostéoplastes appartenant à une partie du système de lamelles communes de la table vitrée. Les ostéoplastes en sont un peu plus hauts que les autres; leur dimension est en moyenne de 0,012; ils sont représentés dans la figure 14.

La section horizontale au point atrophié montre la coupe en long d'assez nombreux canaux de Havers dont on trouve une partie est oblitérée, et la lumière du vaisseau beaucoup diminuée. En beaucoup de points, les ostéoplastes sont bien moins nombreux que chez l'adulte, quoiqu'ils puissent être aussi abondants que dans certaines parties de la lame interne de crânes de vieillards; un intervalle de 0,25 peut se voir entre deux rangées d'ostéoplastes; les espaces de 0,10 sont fréquents, ce fait est tout à fait exceptionnel chez l'adulte et même chez le vieillard. La dimension des ostéoplastes varie considérablement; en quelques points ils sont plus petits que chez le

vieillard, en d'autres, ils sont aussi larges que chez l'adulte ; en certaines parties assez rares et grêles, les canalicules peuvent, en d'autres, être très-abondants et fréquemment anastomosés.

Bourrelet interne. — Sous le numéro 8 de la planche II est figurée la coupe du bourrelet interne. On voit que l'hypertrophie a eu lieu exclusivement aux dépens du diploé, dont les cellules sont fréquentes. Ici encore les canaux de Havers ont été le point de départ de l'agrandissement ou de la for-



FIG. 15.

mation de ces espaces ; nous n'avons que peu de canaux de Havers ayant été comblés en partie par de la matière osseuse de nouvelle formation. Les ostéoplastes sont plus rares et plus grêles, à canalicules moins abondants que dans le diploé de pariétaux de vieillards ; la lamination y est aussi moins marquée, elle l'est, à plus forte raison, beaucoup moins que chez l'adulte.

La table externe ne renferme que quelques rares canaux de Havers. Les ostéoplastes y sont relativement peu abondants et peuvent même manquer dans un espace assez considérable ; leurs canalicules sont, en général, peu nombreux et peu anastomosés. Des dépôts de matière osseuse de nouvelle formation se voient en plusieurs endroits ; il s'est fait aussi, en beaucoup de points, des amas de graisse.

La lame interne ne présente qu'à certains intervalles son système de lamelles fondamentales ; ailleurs, les canaux de Havers arrivent très-près de la surface ; ils sont plus nombreux qu'à l'autre table ; les ostéoplastes y sont aussi beaucoup plus abondants et les canalicules aussi fréquemment anastomosés que dans les os non atrophiés.

Bourrelet externe. — Ici encore l'hypertrophie se fait aux dépens du diploé. L'épaisseur de la lame externe est d'environ 2 mm. Le système des lamelles fondamentales externes n'existe pas ; les canaux de Havers arrivent tout près de la surface. Ceux-ci sont très-nombreux (cent cinquante pour la coupe du bourrelet), et, en certains points, si voisins les uns des autres que les deux systèmes sont contigus et irréguliers au contact, sans lamelles du système intermédiaire : deux et même trois canaux de Havers ont pu venir se fusion-

ner, de sorte qu'ils ne sont plus entourés que par un système unique de lamelles irrégulièrement festonnées. Des dépôts de matière osseuse ont eu lieu dans quelques canaux, on voit aussi quelques espaces de Havers. La hauteur des ostéoplastes est, en moyenne, de 0,010 et leur longueur de 0,040.

Le diploé a 4^{mm},5 d'épaisseur. Les nombreux espaces dont il se compose ne sont plus à beaucoup près aussi considérables que chez le vieillard; ils ne sont guère plus grands que chez l'adulte : seulement ils sont beaucoup plus rapprochés que chez celui-ci, et les trabécules qui les séparent beaucoup plus minces. On voit très-clairement que les canaux de Havers ont été le point de départ des lacunes. Les ostéoplastes sont plus petits que chez l'adulte.

Les espaces deviennent moins fréquents, et, au contraire, les canaux de Havers beaucoup plus abondants dans la table interne; en certains points ils sont contigus, et peuvent même s'ouvrir directement à la surface de l'os. Un large vaisseau a entamé l'os. A son contact il s'est formé une couche osseuse comprenant de deux à cinq rangées d'ostéoplastes pourvus de peu de canalicules. Il ne s'est donc pas passé ici ce que nous avons vu chez le vieillard au contact d'un vaisseau.

Sur une nouvelle espèce de Peronospora, *parasite des Cactus*, par MM. les professeurs H. Lebert et Cohn, de Breslaw.

Les espèces de *Penorospora*, dont le développement a été étudié principalement par de Bary, atteignent les plantes les plus diverses et y occasionnent ordinairement des changements de forme analogues aux galles dans les organes dans l'intérieur desquels végète leur mycélium. On peut citer comme type de cette action la *Peronospora parasitica*, qui se développe sur la tige des fleurs des Crucifères, et fréquemment surtout sur la *Capsella bursa Pastoris*, et entraîne un gonflement et une déformation de la tige, semblables à ceux occasionnés par les animaux qui donnent origine aux galles, guêpes, cousins, cirons des végétaux (*Phytopus*). Dans tous ces cas, le tissu cellulaire attaqué n'est point détruit, mais subit plutôt une hypertrophie pathologique.

Le champignon des pommes de terre (*Peronospora devastatrix*) fait une exception parmi les espèces de ce genre, en ce sens qu'au lieu d'entraîner l'hypertrophie, il conduit à la mortification du tissu cellulaire atteint, accompagnée d'une coloration brune des membranes cellulaires et de décomposition putride. Il s'ensuit que les feuilles atteintes du *Solanum* deviennent noires, tandis que les tubercules dans le sol se putréfient.

Nous avons eu occasion d'observer un nouveau cas de cette putréfaction du tissu cellulaire par une *Peronospora*. Pendant l'hiver de 1867 à 1868, plusieurs exemplaires de *Cereus giganteus* et de *Melocactus* de la riche collection de Cactées de M. le général de Jacobi, célèbre par ses travaux sur

les *Agave*, commençaient à se putréfier sans cause connue. Tandis que l'épiderme épais du Cactus ne subissait aucun changement notable, le tissu cellulaire dessous montrait une décomposition complète avec dissolution de la substance intercellulaire; de façon qu'il fut facile d'isoler les cellules du parenchyme. Le contenu de ces cellules, larges d'environ $0^{mm},15$, était mortifié, brun, la membrane était ramollie, en partie même dissoute, de façon que le tissu cellulaire paraissait tout à fait diffluent dans les préparations microscopiques, et que les beaux amas de cristaux d'oxalate de chaux et les grains composés d'amidon sortis des cellules se trouvaient libres sur le porte-objet. Ce Cactus nous fit tout à fait l'effet d'être atteint d'une putréfaction interne, semblable à celle des pommes de terre malades. En général, la plante était mortifiée jusqu'à la racine ; une seule fois nous avons reçu un exemplaire qui présentait encore des parties saines à côté de celles qui étaient putréfiées.

Lorsqu'on garde un de ces Cactus dans l'air humide, sous une cloche en verre, on voit bientôt de la moisissure apparaître au dehors, d'abord par taches isolées, puis sur toute la surface de l'épiderme.

Sous le microscope, des fragments de parenchyme du Cactus malade, que nous avons examiné en janvier 1868, montraient la présence d'un mycélium développé d'une manière assez dense à travers tout le tissu cellulaire, mycélium composé de fils unicellulaires très-longs et minces, ondulés, de calibre égal ou inégal, remplis de vésicules ou de gouttelettes incolores, se divisant presque à angle droit, sans distance régulière, sur le trajet du fil principal ; ces rameaux ont presque le même calibre que les fils principaux ; les rameaux envoient à leur tour, aussi presque à angle droit, des petits ramuscules. En général, les fils du mycélium n'offrent point de cloisons ; leur largeur est en moyenne de $0^{mm},004$ à $0^{mm},006$.

Au premier abord, il semblait que les rameaux du mycélium pénétraient dans l'intérieur du parenchyme du Cactus, mais en examinant de plus près, et par diverses méthodes, nous pûmes nous convaincre que le mycélium se trouvait seulement entre les cellules, dans les espaces intercellulaires qui forment un système continu de canaux dans le tissu du Cactus. Nulle part nous n'avons vu pénétrer le mycélium dans l'intérieur d'une cellule.

La quantité du mycélium prouve déjà qu'il s'agit d'une *Péronosporée* ou d'une *Mucorinée*, l'une et l'autre caractérisées par un mycélium unicellulaire à ramifications rectangulaires. Les organes de fructification cependant ne laissent pas de doute qu'il s'agit d'une Péronosporée. Déjà à l'œil nu, on voit dans le tissu brun et putréfié du Cactus des taches plus foncées, que l'on reconnaît sous le microscope comme des amas d'*Oospores*.

Il se forme sur les fils du mycélium, sous forme de faisceaux en grappe, partant de quelques rameaux principaux, des ramuscules courts et étroits qui offrent un renflement à leur sommet formé des vésicules à tige courte, et qui se remplissent si complétement d'un plasma granuleux qu'elles en deviennent opaques. A côté et au-dessus de ces organes globuleux, que nous

avons à désigner comme *oogonies*, naissent des ramuscules fins du mycélium, qui serpentent d'une manière ondulée, et, avant de se diviser en ramuscules courts, entourent étroitement l'oogonie. Ces organes sont les *anthéridies*, et l'on trouve autour de toutes les oogonies de ces anthéridies qui leur sont étroitement accolées pour opérer la fécondation. Il est bien plus difficile de se rendre compte de l'acte de la copulation, vu que les nombreux tours des anthéridies rendent très-difficile à voir la distinction de l'endroit exact de leur réunion. Le contenu de l'anthéridie se condense autour d'un corps séminal qui remplit son renflement terminal cunéiforme, tandis que le reste du fil paraît vide de contenu, même dans ses quelques renflements qui se voient à des distances irrégulières. On voit partir du renflement terminal de l'anthéridie des tuyaux fécondants en forme d'entonnoir, qui approchent directement de l'oogonie, mais que nous n'avons pas pu reconnaître dans son intérieur.

L'oogonie non fécondée est remplie d'un protoplasma jaune, paraissant grisâtre par son opacité, tandis que la fécondée est brune, le photoplasma de son intérieur se transformant en une oospore parfaitement sphérique, entourée d'une membrane épaisse lisse, brune, à double contour, et qui est une spore durable. Son diamètre varie de $0^{mm},020$ à $0^{mm},027$; en moyenne il est de $0^{mm},024$; le contenu montre d'abord quelques gouttelettes huileuses, puis une masse unique, d'apparence huileuse; mais nous n'avons pas pu observer son développement ultérieur et sa germination.

Le duvet blanc des Cactus malades se compose de filaments du mycélium de l'intérieur, qui est sorti à travers les ouvertures en fente de la surface; ces fils se répandent sur la cuticule et s'y fixent au moyen de petits ramuscules qui partent à angle droit. De ces rameaux s'élèvent des porte-fruits (*Fruchttræger*) sous forme de *hyphes* unicellulaires, qui souvent s'accolent à la cuticule et offrent au sommet un petit renflement piriforme, qui grandit peu à peu et se remplit d'un plasma jaunâtre, et finit par se séparer, par une cloison, du fil qui lui a donné naissance. Ce sont là les *corpuscules* que de Bary désigne, pour la *Peronospora devastatrix*, comme *sporange*, que que l'on désignerait peut-être mieux comme *conidies*. Au-dessous de la conidie, le fil continue à croître latéralement, pour offrir à son sommet de nouveau un renflement qui forme une seconde conidie, et ce genre de développement peut se répéter plusieurs fois.

Les conidies mûres se détachent facilement des fils et se répandent en masses à la surface de la cuticule, tandis qu'à sa face inférieure se développent en même temps les oospores. Les conidies mûres sont rarement sphériques, plutôt ovoïdes ou en forme de citron; leur bout supérieur large est arrondi, tandis que le bout plus étroit se termine en courte pointe, parfois même recourbée en forme de crochet; leur diamètre varie de $0^{mm},035$ à $0^{mm}068$, en moyenne il est de $0^{mm},048$, c'est-à-dire le double plus grand que les oospores; leur membrane d'enveloppe est mince, le contenu n'offre que du protoplasma, sans huile; ils germent assez facilement, la pointe s'al-

longeant en tube germinateur (*Keimschlauch*), sans former des *zoospores*, comme dans le champignon de la pomme de terre. Souvent il se forme, sous l'origine du tube germinateur, un rameau qui en part à angle droit; il est rare qu'une conidie germe avec deux tubes germinateurs qui partent alors de points opposés à sa surface.

La maladie des Cactées provoquée par notre *Peronospora* ne paraît pas fréquente. Au moins, nous n'avons pu réussir, jusqu'à ce jour, à retrouver notre *Peronospora* sur les nombreux Cactus malades et putréfiés que nous avons examinés dans la riche collection de notre Jardin botanique et ailleurs. Nous regrettons même vivement d'avoir été ainsi empêché de combler expérimentalement plusieurs lacunes de notre travail sur son développement.

Les Cactus malades ou putréfiés par d'autres causes offrent surtout des Mucorinées, des *Penicillium*, des *Fusispories*, des *Cladospories* et les commencements de diverses *Sphæriacées* qui se montrent plus tard avec leurs fruits à la surface des Cactus morts; leur mycélium se compose ordinairement de fils bruns multicellulaires qui pénètrent dans les cellules du Cactus mort et contribuent à sa destruction ultérieure. Mais ces champignons ne sauraient être envisagés comme cause de la maladie de ces Cactus; ils constituent bien plutôt des champignons épigénétiques qui accompagnent ordinairement la putréfaction.

La *Peronospora* du Cactus nous donne seule un cas nouveau de destruction de la plante nourricière par ce genre de champignons, dont l'action mortifiante est d'autant plus intéressante que le mycélium ne pénètre point dans les cellules du Cactus. Comme il n'y a point dans nos serres de *Peronospora* dont la transmission sur les Cactus puisse être supposée, il est probable que la *Peronospora* des Cactus vient d'Amérique, de la patrie des Cactus, avec des exemplaires directement envoyés de là. C'est ainsi que s'explique aussi sa rareté apparente.

Nous croyons que la *Peronospora* observée par nous constitue une espèce nouvelle que nous désignons comme *Peronospora Cactorum*, *N. S.*

J. B. Pettigrew, *Des rapports, structure et fonctions des valvules du système vasculaire des vertébrés* (On the relations, structure and the function of the valves of the vascular system in vertebrata, By James Bell Pettigrew, in *Transactions of the royal Society of Edinburgh*. 1864, vol. III, part. 3, in-4).

ANALYSE PAR M. GIRALDÈS.

A l'aide des recherches minutieuses, l'auteur démontre les rapports intimes de structure qui existe entre les veines et les valvules veineuses; que les

segments des valvules veineuses sont composés de tissu fibreux et de tissu jaune élastique. Dans les veines l'occlusion des valvules est en grande partie mécanique, les segments valvulaires (lorsqu'il en existe deux), étant poussés avec le plan médian du vaisseau, par suite de la contraction des parois, et surtout par le poids de la colonne de retour.

La structure et les rapports des valvules semilunaires surtout chez l'homme, sont décrites avec plus de précision que dans les travaux connus.

Les gros vaisseaux se bifurquent à leur origine et présentent plus d'épaisseur entre les segments valvulaires, et un peu se rapprochant de ces valvules, disposition bien propre pour déterminer leur occlusion, lorsqu'elles sont poussées de côté par la colonne sanguine pendant la systole.

Il montre que les sinus de valvules varient de dimension ; s'incurvent l'un vers l'autre suivant une direction spiroïde et forcent le sang à agir par des ondées spiroïdes sur les segments des valvules semilunaires, lesquelles se roulent en forme de coin lorsque survient le reflux du sang. Dans les artères, le rôle des valvules semi-lunaires est en très-grande partie mécanique, les anneaux fibreux des orifices aortiques et pulmonaires, réagissant contre un excès de contractilité vital du vaisseau et des ventricules. Les valvules semilunaires artérielles diffèrent des bisemilunaires veineuses, en ce qu'elles s'ouvrent en forme de coin par un mouvement spiroïde, lequel est à peine marqué dans les valvules veineuses.

Le bulbe artériel des poissons est un organe contractile, contenant dans son intérieur un système de valvules, dont les segments sont plus nombreux que dans les veines ou artères.

Dans quelques-unes on trouve des bandes tendineuses. L'action de ces valvules est en partie mécanique et en partie vitale ; la contraction du bulbe, détermine leur occlusion.

Ces recherches, instituées chez l'homme et chez les animaux, ont permis à M. Pettigrew de débrouiller et de bien exposer la direction des fibres musculaires de la vessie et de la prostate.

L'auteur démontre :

1° Que la vessie présente un plan de fibres longitudinales qu'on retrouve à la partie antérieure et postérieure de cet organe. Ces fibres longitudinales gagnent le sommet de la vessie, se perdent les unes dans l'ouraque, les autres dans le péritoine, et enfin le plus grand nombre contourne le sommet de la vessie et se continue avec les fibres longitudinales postérieures.

Les fibres longitudinales prennent naissance de la symphyse du pubis, des parties latérales et postérieures de la prostate.

Le second ordre de fibres constitue un ensemble d'anses en huit de chiffre, offrant une anse plus ou moins serrée, et dont l'anse supérieure pour les fibres superficielles passe autour de l'ouraque, tandis que l'anse inférieure entoure le col de la vessie et contribuera à la formation du sphincter de cet organe. Les fibres en anse sont plus fortes, plus robustes, plus marquées que les fibres superficielles ou longitudinales.

Les fibres en anse présentent des différences, et cette différence constitue des fibres qu'on pourrait ranger sous un chef différent : ainsi, les plus superficielles forment des anses allongées, ou elliptiques, autour de l'ouraque et du col vésical ; les autres, des anses circulaires latérales, ou occupant le corps de la vessie, mais ne tournant pas autour de l'ouraque.

Toutes ces fibres sont loin de former des plans distincts, des stratifications; au contraire, elles s'entremêlent entre elles, se coupent sous des angles différents et semblent former un réseau inextricable, tandis que, par le procédé employé, il est facile de les suivre dans tout leur trajet.

En résumé, les fibres musculaires de la vessie affectent une direction spiroïde, formant des huit de chiffre, dont l'anse supérieure embrasse, entoure l'ouraque et l'inférieure le col de la vessie.

Les fibres antérieures ou verticales s'entrecroisent à leur point d'origine, s'entrecroisent également autour de l'ouraque.

Les fibres obliques antérieures, ou latérales, viennent constituer le sphincter de la vessie; ce sphincter, formé par la réunion d'un très-grand nombre d'anses musculaires formant la partie inférieure du huit de chiffre de chaque anse musculaire, explique comment la partie supérieure se distendant comprime la partie inférieure.

Les uretères sont entourés par des fibres spiroïdes à anse supérieure pour entourer l'orifice de ces conduits, et à anse inférieure autour de l'urèthre.

Ce système de fibres constituant ce qu'on connaît comme fibres du trigone vésical, obéit à la loi qui préside à la disposition des fibres obliques de la vessie, c'est-à-dire des anses en huit de chiffre ; aussi, par la dilatation de l'une, l'autre est tiraillée et serrée, et contribue à fermer les orifices en question.

Des planches photographiées et des gravures permettent de suivre la minutieuse description donnée par l'auteur.

J. B. Pettigrew, *De la disposition ou arrangement de fibres musculaires des ventricules du cœur chez les vertébrés, avec des remarques physiologiques* (On the arrangement of the muscular fibres in the ventricule, of the vertebrate heart with physiological remarks, by J. B. Pettigrew, in *Philosophical transactions*. London, 1864, part. 3).

ANALYSE PAR M. GIRALDÈS.

Le travail dont le titre précède est le résultat de nombreuses, minutieuses et patientes dissections. D'après un grand nombre de recherches chez les

poissons, les oiseaux et surtout chez les mammifères, M. Pettigrew arrive aux résultats suivants, lesquels ont surtout trait au mode d'arrangement et direction des fibres musculaires.

Les fibres du cœur constituent plusieurs couches, chacune d'elles affectant des directions différentes. Ces couches sont au nombre de sept : trois externes, une quatrième intermédiaire ou centrale et trois internes.

La direction ou marche des fibres de ces couches signale un changement graduel dans leur direction ; ainsi, les externes, de verticales deviennent obliques et transversales, etc., etc. En procédant de dehors en dedans, on voit que les fibres de la première couche, fibres dont la direction est spirale en bas et de gauche à droite, sont plus verticales que celles de la deuxième couche ; celles de la deuxième plus verticales que celles de la troisième ; celles de la quatrième étant tout à fait transversales, et presque à angle droit avec les fibres de la première couche, à partir de la quatrième l'ordre de direction est renversé ; les quatrième, cinquième et sixième changent graduellement de direction ; ce changement de direction constitue pour ainsi dire un système de fibres internes et de fibres externes dans tous les points du ventricule.

Ainsi la première couche se dirige obliquement en bas.

La deuxième plus obliquement.

La troisième encore plus obliquement, tandis que la quatrième est complétement horizontale ou transversale.

La cinquième couche se dirige obliquement en haut.

La sixième encore plus obliquement.

La septième encore plus.

Il résulte de cette opposition dans la direction des fibres des divers plans, que les fibres de la première couche, se continuant avec celles de la septième, forment un X ; les fibres de la deuxième, se continuant avec la sixième, forment un entrecroisement plus large que X, et la troisième, se continuant avec la cinquième, forme un X horizontal.

Les fibres de ces diverses couches internes et externes, première et septième, deuxième et sixième, troisième et cinquième, se continuent, pour le ventricule gauche, à son sommet ou orifice et entre elles ; et pour le ventricule droit dans le sillon de l'artère coronaire. *Les fibres des deux ventricules se continuent entre elles à la base du cœur.*

De cette disposition, à savoir de la continuation des fibres de la première couche avec celles de la septième, il résulte que la couche des fibres externes embrasse dans leur ensemble celles qui se trouvent au-dessous.

L'arrangement de ces fibres explique le puissant mouvement d'évolution du cœur. Voyons maintenant, d'après ces données, comment se comportent les fibres musculaires dans les deux ventricules.

Les fibres antérieures viennent de la partie antérieure de l'orifice ventriculaire et de la partie antérieure de la cloison ; celles de la partie postérieure proviennent de la partie postérieure de l'orifice et de la cloison. Les pre-

mières se dirigent en bas vers le sommet, décrivent une circonvolution, pénètrent dans le ventricule et vont se continuer avec les fibres de la septième couche, et contribuent à former les colonnes charnues postérieures. Les fibres postérieures suivent une marche analogue, s'enroulent au sommet du ventricule avec celles de la partie antérieure, y décrivent une espèce de volute comme les premières, viennent se continuer avec les fibres de la septième couche et former les colonnes antérieures de la cavité ventriculaire; celles de la partie antérieure se dirigeant en arrière, celles de la partie postérieure en avant. Toutes ces fibres viennent de l'orifice ventriculaire et aortique.

Les fibres de la seconde couche viennent de la cloison et de l'orifice aortique, et comme celles de la première, elles se dirigent en bas en décrivant un demi-spire; au sommet du ventricule, celles de la partie antérieure forment le bord postérieur de l'ouverture de ce ventricule et retournent en avant pour se continuer avec celles de la sixième couche. Les fibres postérieures suivent la même marche dans un ordre inverse. Les fibres de la deuxième couche sont constituées par des faisceaux plus marqués, et, au sommet du ventricule, elles affectent une direction plus oblique que les premières.

Les fibres de la troisième couche suivent une marche analogue à celles de la deuxième et se continuent en dedans avec celles de la cinquième.

Quatrième couche : les trois premières étant enlevées, on retrouve au-dessous les fibres de la quatrième couche affectant une direction horizontale et circulaire; elles se continuent avec elles-mêmes, c'est-à-dire celles de la partie antérieure avec celles de la partie postérieure. La quatrième couche se continue avec la troisième, elles sont plus près de la face externe du cœur que de la face interne, par suite de l'augmentation graduelle des diverses couches de la partie externe vers la partie interne.

Les quatre couches décrites enlevées, on retrouve les trois couches internes, continuation des couches externes et affectant une direction différente à celles des premières, ainsi qu'il a été dit, et les plus internes, c'est-à-dire la septième, vont concourir à former les colonnes charnues du cœur.

Ventricule droit. — Les fibres du ventricule droit se continuent entre elles dans la longueur du sillon de l'artère coronaire ; les fibres postérieures de la première couche du ventricule gauche croisent le sillon postérieur de l'artère coronaire et relient le ventricule droit au gauche ; les fibres antérieures, au contraire, à part une bande musculaire qu'on trouve à la base, sont indépendantes du ventricule droit. Les fibres de ce ventricule, comme celles du côté gauche, augmentent d'épaisseur et affectent des directions différentes analogues à celles du côté gauche.

Les fibres de ce ventricule contribuent, pour une part moins grande, à la formation de la cloison ventriculaire.

La cloison ventriculaire est composée de deux ordres de fibres, les unes venant des diverses couches du ventricule gauche et les autres du ventricule droit.

Ce travail est une étude très-minutieuse des divers systèmes de fibres qui entrent dans la composition du cœur. L'auteur a bien eu soin d'éclairer sa description par des dessins photographiques de pièces préparées et par des diagrammes, mais, il faut le dire, ces dessins, trop petits, ne permettent pas de suivre sa description.

Observations sur la température du corps humain à différentes altitudes à l'état de repos et pendant l'acte de l'ascension, par M. le docteur William Marcet (communiqué à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, dans sa séance du 2 septembre 1869. — *Bibliothèque universelle de Genève*. Novembre 1869.)

Une excursion sur la chaîne du mont Blanc vient de me fournir l'occasion de faire quelques observations sur les changements qui se manifestent dans la température du corps humain pendant l'acte même de l'ascension. Le nombre de ces observations est, à vrai dire, encore très-restreint; néanmoins les résultats obtenus s'accordent assez bien entre eux pour permettre d'en tirer quelques conséquences.

J'avais apporté avec moi de Londres un thermomètre centigrade de Casella, fait exprès pour ce genre de recherches et divisé en cinquièmes de degré, avec possibilité d'apprécier distinctement les dixièmes. Les indications de ce thermomètre pouvaient *être lues commodément*, la boule de l'instrument restant immobile sous la langue; au moyen d'un petit miroir placé à un angle donné près de la tige du thermomètre, et qui en réfléchissait l'image de manière à me permettre de suivre le mouvement de la colonne de mercure avec la même exactitude que si j'observais directement. Il est à peine besoin d'ajouter que les précautions nécessaires avaient été prises pour éviter toute source d'erreur provenant du temps requis pour amener le thermomètre à la température du milieu dans lequel il se trouvait. Une série d'expériences préliminaires m'ont prouvé, qu'avec le thermomètre que j'employais, quatre à cinq minutes suffisaient amplement pour atteindre ce but. J'avais d'ailleurs soin de maintenir la boule du thermomètre aussi en arrière que possible sous la langue, les bords de cet organe fortement serrés contre la mâchoire inférieure, les lèvres complétement closes, et la respiration n'ayant lieu que pour les fosses nasales. De la sorte il devenait à peu près impossible qu'une portion quelconque de l'air inspiré pût se trouver en contact avec la boule du thermomètre pendant la durée de l'observation.

Les questions que j'avais à cœur d'examiner se rapportaient : 1° à l'influence de la chaleur animale, le corps étant à l'état de repos; 2° à l'influence

de la marche ascendante sur la chaleur animale à différentes élévations; 3° à l'influence de l'acte de descendre sur cette même chaleur. Je me bornerai dans ce travail à l'examen des deux premières questions, réservant la troisième pour plus tard.

Je m'aperçus bien vite de la nécessité d'arriver à noter la température de mon corps, sans suspendre la marche et pendant l'acte même de l'ascension. Dans ce but, la boule du thermomètre ayant été placée sous la langue et le miroir réflecteur convenablement ajusté, j'ai pu réussir à observer la hauteur du mercure à des intervalles déterminés, tout en ayant soin de ralentir ma marche le moins possible. Il n'en arrivait pas moins fréquemment, ainsi qu'on le verra dans le cours de ces expériences, que le ralentissement de la marche ascendante, quelque courte que fût sa durée, suffisait cependant pour permettre au corps de reproduire momentanément de la chaleur en remplacement de celle qui avait été dépensée pendant l'acte de l'ascension.

Je me suis fait une règle de noter avec soin à chaque ascension l'heure exacte de mon dernier repas. J'ai pu ainsi remarquer que, lorsqu'on fait une ascension à jeun, le corps se refroidit invariablement plus que lorsqu'on monte immédiatement après le repas ou pendant la période de la digestion. C'est ainsi qu'ayant quitté Chamonix une heure et demie après un déjeuner copieux, pour monter au chalet des Chablettes sur le Brévent, à une heure environ au-dessus de la vallée, j'ai pu observer sans ralentir ma marche, le thermomètre placé au-dessous de la langue, un quart d'heure avant d'arriver. Il indiquait 36°,5. En ralentissant ensuite la marche, il est monté à 37°. Le lendemain je répétai l'expérience en partant de Chamonix complétement à jeun, sans avoir rien mangé depuis la veille au soir. Dans ce cas, un quart d'heure avant d'arriver aux Chablettes, la température de mon corps, observée, comme précédemment, sans ralentir la marche, s'est trouvée être de 35°,3 seulement, la boule du thermomètre étant restée six minutes sous la langue. Cette fois la température du corps s'est trouvée inférieure de 1°,2 à ce qu'elle était dans l'expérience précédente, lorsque je ne me suis mis en route qu'après un repas copieux. Ayant diminué quelque peu la vitesse de ma marche, le thermomètre s'est mis à monter rapidement, et en arrivant au chalet des Chablettes il indiquait 36°,4.

J'ai trouvé commode de réunir mes différentes observations sous la forme d'un tableau placé à la fin de cette notice; les résultats qui semblent en découler peuvent être divisés comme suit :

Premier résultat. — La température du corps humain à l'état de repos ne paraît pas être habituellement moins élevée à de grandes hauteurs qu'elle ne l'est au bord de la mer. Une diminution dans la pression atmosphérique n'aurait donc pas d'influence marquée sur la température du corps à l'état de repos. Exemple :

Température du corps à Chamonix à 1050 mètres au-dessus de la mer, le matin à jeun.. 36°,2 à 36°,3

Température du corps, à la cabane des Grands-Mulets ; hauteur, 3050 mètres, le matin à jeun............................ 36°,5

Idem, au sommet du col du Géant ; hauteur, 3362 mètres, à jeun, après 8 minutes de repos................................ 36°,8

Idem, au mont Blanc (Grand Plateau) ; hauteur, 4000 mètres, corps en repos et à jeun.................................... 37°,3

Idem, sur la Bosse du Dromadaire (mont Blanc); hauteur, 4672 m., 2 heures 40 minutes après le repas........................ 37°,1

Sur vingt observations faites ainsi à des hauteurs comprises entre 1050 et 4672 mètres, dans des conditions variables quant à la nourriture prise, la température de mon corps n'a varié qu'entre 36° et 37°,1, soit de 1°,1 seulement ; et ce qu'il y a de singulier, c'est que la température la plus élevée s'est trouvée avoir lieu à la hauteur la plus considérable (1).

Quoique les variations constatées dans la température du corps à l'état de repos soient en général peu considérables, il est à remarquer que les températures les plus élevées paraissent le plus souvent liées à la circonstance d'un repas récent, ou bien à un temps d'arrêt pendant une descente de montagne. C'est ce qui résulte du tableau suivant :

Mètres.	Température.	
1050	37°,1	A Chamonix, trois quarts d'heure après déjeuner.
3050	37°,1	Aux Grands-Mulets, deux heures et demie après déjeuner copieux de viande.
4672	37°,1	Sur la Bosse du Dromadaire, deux heures trois quarts après déjeuner copieux, suivi d'une ascension rapide, mais faite lentement et sans fatigue.
1621	37°,0	A jeun, mais après avoir descendu du col du Géant pendant quatre à cinq heures.
1565	36°,9	Aux Chablettes, une heure et demie après déjeuner copieux.
3362	36°,8	Au sommet du col du Géant, trois heures après un déjeuner de café au lait. Température prise après un repos de huit minutes.

L'observation faite au sommet du col du Géant paraît présenter une exception à la règle générale. En effet, la température de 36,8 observée à un moment où l'estomac devait être à peu près vide, et à la suite d'une marche ascendante de trois heures, est plus élevée que je ne m'y serais attendu. Peut-être est-elle due à un effet de réaction, la température de mon corps ayant beaucoup baissé (34°,5) pendant l'ascension du col.

Deuxième résultat. — La température du corps tend invariablement à baisser pendant l'acte de l'ascension. Le degré de cet abaissement dépend presque exclusivement de l'époque à laquelle a eu lieu le dernier repas. En

(1) Je ne fais pas rentrer en ligne de compte l'observation faite à Pliampraz. Elle indique une température exceptionnellement basse qui doit probablement être due à quelque circonstance particulière, telle qu'une transpiration extraordinaire pendant la dernière partie de l'ascension.

général, c'est lorsqu'on monte rapidement à jeun et transpirant librement, que la diminution de la chaleur animale se fait le plus remarquer.

Sur douze observations faites pendant la marche ascendante, la température de mon corps a varié de 34°,5 à 35°,5, soit de 2°. Les quatre observations où l'abaissement de la température a été le plus considérable sont les suivantes :

A 4000 mètres	......	34°,5	à jeun.
2080 »	......	34°,5 et 35°	à jeun.
3362 »	......	34°,5	à jeun.
2100 »	......	35°,0	à jeun.

L'influence de la marche ascendante pour abaisser la température du corps est très-apparente dans les deux observations qui suivent. Je suis parti de Chamonix pour les chalets de Pliamprax, peu après un déjeuner copieux. A moitié chemin, au chalet des Chablettes, après une heure d'ascension, ma digestion n'était pas encore terminée, et je n'éprouvais pas la moindre sensation de fatigue. Jusqu'à ce moment la température indiquée par le thermomètre sous la langue avait peu varié, ayant été d'abord de 36°,5, puis quelques minutes plus tard 37°. Je me remis en route par Pliampraz, et pour l'atteindre plus vite, je quittai le sentier battu pour monter directement par une pente très-rapide. J'atteignis Pliampraz hors d'haleine, fatigué et transpirant beaucoup. Pendant les dernières minutes de l'ascension ma température a varié de 34°,5 à 35°, soit 1° au moins au-dessous de ce qu'elle était en arrivant aux Chablettes. Il est évident que dans ce cas le repas du matin n'était plus capable, comme une heure plus tôt, de pourvoir à la dépense de chaleur provenant d'une ascension rapide.

Dans une seconde observation, et afin de m'assurer que le refroidissement du corps pendant une marche ascendante était effectivement dû au mouvement musculaire et point à l'effet d'un air raréfié, je fis l'ascension depuis Cormayeur au pavillon du Mont-Fréty (2197 mètres) en partie à mulet. Arrivé aux deux tiers du chemin, la température de mon corps s'est trouvée être de 36°,4. Je quittai alors le mulet et fis le reste de l'ascension à pied, le plus rapidement que je le pus, en trente-cinq minutes. Quelques instants avant d'arriver, ma température n'était plus que de 35°, ou plus bas de 1°,4 qu'au moment où je me suis remis en marche. Au moment de quitter Cormayeur, une heure après dîner, le thermomètre sous la langue avait indiqué 36°,8. A la hauteur de 650 mètres, assis tranquillement à cheval, ma température était encore de 36°,4. Il a donc suffi d'une ascension rapide à pied de 328 mètres seulement pour amener un refroidissement de 1,4, montrant ainsi que dans tous les cas l'abaissement de température dû à l'effet d'une marche ascendante, est bien autrement considérable que celui qui pourrait être attribué à un simple changement d'élévation.

Troisième résultat. — La température du corps, après avoir diminué pendant une marche ascendante, augmente de nouveau rapidement dès qu'on se

repose, ou même lorsqu'on ralentit la vitesse de la marche. C'est ainsi que peu de minutes avant d'avoir atteint le pavillon du Mont-Fréty, et pendant que je marchais encore, le thermomètre sous ma langue n'accusait que 35°, tandis qu'après un repos de demi-heure au pavillon il était monté à 36°,6, soit de 1°,6. Peu de minutes avant d'avoir atteint le Col du Géant, la température indiquée pendant la marche n'était que de 34°,5, tandis qu'après un repos de huit minutes au sommet du Col, elle est montée à 36°,8, soit de 2°,3. De même, peu d'instants avant d'avoir atteint le chalet des Chablettes, la température de mon corps s'est trouvée être de 35°,3. Ayant ralenti ma marche pour prendre note de ce chiffre, sans pourtant m'arrêter, le thermomètre est monté rapidement à 36°, et cinq minutes plus tard à 36°,4. Dans ce cas, il a suffi d'un simple ralentissement dans la marche ascendante pour rendre à mon corps la chaleur dépensée en montant. En montant à Pliampraz, le résultat a encore été plus frappant. Au moment où je montais très-rapidement par une pente entièrement roide, et peu d'instants avant d'atteindre les chalets, le thermomètre sous ma langue est resté stationnaire pendant une minute environ à 34°,5. Ayant ralenti ma marche, il est monté rapidement à 35°. Après trois minutes de repos complet à Pliampraz, il a atteint 35°,8, et un quart d'heure plus tard il est resté stationnaire à 35°,7.

Il m'est arrivé plus d'une fois de remarquer que la nécessité de ralentir momentanément la marche ascendante, pour prendre note de la température de mon corps, a donné lieu à une élévation notable de celle-ci. Je ne puis expliquer autrement l'augmentation de la chaleur animale remarquée dans les cas suivants :

Dans une première course, à environ 1565 mètres au-dessus de la mer, le thermomètre pendant la marche ascendante a indiqué d'abord 36°,5, puis quelques minutes après 37°. Dans une nouvelle course faite au même endroit, mais dans des circonstances différentes, le thermomètre, après un séjour de cinq minutes sous la langue, n'indiqua que 35°,3 ; peu d'instants plus tard 36°, et après un nouvel intervalle de cinq minutes 36°,3, quoique je n'eusse pas arrêté ma marche. A Pierre-Pointue (2060 mètres) la température de mon corps, pendant une marche ascendante rapide, a été notée à 35°,5; peu à peu elle s'est accrue jusqu'à atteindre 36°,8. De même, en montant à la Pierre à l'Echelle, près du glacier des Bossons, le thermomètre placé sous la langue a indiqué au bout de six minutes 36°,5, et cinq minutes plus tard 36°,8, quoique je n'eusse pas suspendu ma marche.

Quatrième résultat. — Le malaise général, et en particulier le mal de cœur, dont on souffre souvent à de grandes élévations, est accompagné d'un abaissement remarquable de la température du corps.

J'éprouvais d'abord ce malaise en me réveillant de grand matin au pavillon du Mont-Fréty. Il fut suivi d'efforts infructueux pour vomir, mon estomac étant complétement vide, à la suite desquels j'observais la température de mon thermomètre, placé sous la langue. Il n'indiquait que 35°, et

est resté stationnaire à cette température pendant plusieurs minutes. Ensuite il est monté graduellement jusqu'à 36°, et pendant l'intervalle qui s'était écoulé tout sentiment de malaise avait disparu. Le même malaise, accompagné de vomissements, m'a atteint de nouveau au moment où j'arrivais au sommet du mont Blanc. Je voulus prendre la température de mon corps, mais malheureusement mon thermomètre venait de se briser. Mon compagnon de voyage, M. le professeur Lortet, de Lyon, eut l'obligeance de me placer sous la langue un thermomètre à maximum, dont il nota la température au bout d'un intervalle malheureusement trop court pour que je puisse regarder le résultat comme parfaitement exact. Je ne doute pas d'ailleurs que la température exceptionnellement basse, qu'il a accusée, ne fût due à mon indisposition passagère, puisque au point le plus élevé de la Bosse du Dromadaire, à 138 mètres seulement au-dessous du sommet du mont Blanc, la température de mon corps, après un repos de quelques minutes, était de 37°, soit la température normale de l'homme dans la plaine.

Je ne peux m'empêcher de penser que le malaise, que l'on ressent ordinairement à de grandes élévations au-dessus de la mer ne provienne de ce que le corps est devenu incapable, par suite des circonstances physiologiques dans lesquelles il se trouve, de reproduire la chaleur qu'il a dépensée pendant l'acte de l'ascension. Il est de fait que le corps, à une certaine élévation, est plus disposé que dans la plaine à ressentir les effets du froid, provenant, soit de la température extérieure, soit aussi quelquefois du manque de vêtements suffisants. Forcé de se lever de très-grand matin, à la suite d'une nuit souvent froide, et où les couvertures lui ont manqué, le touriste se remet en route à la suite d'un déjeuner le plus souvent froid, précisément au moment de la journée où la température de son corps se trouve être la moins élevée, même dans les circonstances de la vie ordinaire. Souvent alors la perte de chaleur due à l'emploi de la force musculaire nécessaire à une marche ascendante, précisément au moment où, par suite d'un repos insuffisant, du manque d'une nourriture appropriée aux circonstances, ou d'appétit pour y faire honneur, l'énergie vitale se trouve réduite à son plus bas point. En fait, j'ai toujours remarqué que les circonstances connues pour favoriser la reproduction de la chaleur animale sont précisément celles propres à guérir, ou tout au moins à atténuer le malaise provenant de la rareté de l'air. Et d'abord, le fait de changer la marche ascendante en descente amène le plus souvent un mieux-être presque instantané, dû, sans doute, à ce que la descente exigeant peu ou point d'efforts musculaires, il en résulte une économie notable dans la dépense de chaleur. J'ai souffert l'année passée du malaise de montagne sur le mont Blanc, depuis le Grand-Plateau jusqu'au mur de la Côte, au point d'être forcé à renoncer à en atteindre le sommet. Dès que je me suis mis à descendre, le malaise a aussitôt diminué. Il est vrai que cette fois les circonstances dans lesquelles je me trouvais, tendaient toutes à abaisser la température de mon corps. J'étais parti de la cabane des Grands-Mulets presque à jeun ; des rafales d'un vent

glacé me lançaient constamment en face de la poussière de neige, sans doute fort au-dessous de zéro. J'avais les pieds et les mains à moitié gelés, et je venais de faire l'ascension du Corridor où le manque d'air a dû encore contribuer à la dépression de la chaleur animale.

J'ai remarqué plus d'une fois qu'un violent accès de vomissement a mis fin au malaise que je ressens ordinairement à une très-grande élévation. Ce fait assez singulier me paraît difficile à expliquer, car le plus souvent j'avais l'estomac vide ou à peu près. Je ne peux l'attribuer qu'à une accélération de la circulation due aux efforts infructueux pour vomir.

Prendre quelque nourriture, s'il est possible, au moment où le malaise commence à se faire sentir, m'a paru le moyen le plus efficace d'en diminuer l'intensité. La meilleure manière de s'en mettre complétement à l'abri doit consister évidemment dans une nourriture copieuse répétée à de courts intervalles. Si l'appétit manque complétement, ainsi que cela est fréquemment le cas, le mieux est de chercher à prendre un peu de nourriture, aussi souvent que les circonstances le permettent.

Paris. — Imprimerie de E. Martinet, rue Mignon, 2.

LA

MUQUEUSE DE LA CAVITÉ DU LARYNX

Par M. le Dr LUSCHKA
Professeur d'anatomie à l'Université de Tübingen,

PLANCHE XIII.

REMARQUES PRÉLIMINAIRES.

Malgré la grande importance qu'aurait une connaissance exacte de la structure intime de la muqueuse du larynx pour le diagnostic des maladies si variées de l'organe vocal dont elle est le point de départ, cette muqueuse n'a pas encore été l'objet d'une étude suffisamment approfondie et étendue à toutes ses parties constituantes. Les quelques résultats que des recherches originales ont produit jusqu'ici ne s'accordent même pas entre eux. Ainsi, tandis que, par exemple, H. Rheiner nie l'existence de toute papille de la muqueuse du larynx, Henle (1) prétend que là où un épais épithélium pavimenteux recouvre la muqueuse, ainsi qu'il a lieu pour celle des vraies cordes vocales, on peut remarquer les proéminences formées par les papilles. D'un autre côté, Rheiner (2) parle d'une membrane-limite homogène qu'il trouve partout et que Henle ne rencontre nulle part. Non-seulement les rapports différents que présente la répartition inégale des vaisseaux les plus ténus pour les divers lieux de la muqueuse, ainsi que la nature de la terminaison des nerfs en ce tissu restent encore indéterminés, mais encore d'autres particularités de sa structure intime ont été jusqu'ici négligées. Avant d'exposer les résultats de nos propres recherches sur la structure de la muqueuse du larynx, nous croyons devoir faire précéder cette exposition de la description, de la disposition générale et des rapports anatomiques que présente cette membrane.

(1) *Beiträge zur Histologie des Kehlkopfes*. Wurzburg, 1852.
(2) *Handbuch der Eingeweidelehre*. Braunschweig, 1866.

§ 1. — Disposition et rapports anatomiques de la muqueuse du larynx.

L'architecture intérieure du larynx, formée par divers cartilages et une membrane élastique qui les unit, se complète par la présence d'une muqueuse dont la sensibilité est différente de celle des muqueuses voisines, et qui ne doit être considérée comme membrane muqueuse propre du larynx qu'autant qu'elle répond à la cavité de cet organe. Par suite de cette définition, la muqueuse située en face de la racine de la langue et recouvrant la face antérieure du cartilage de l'épiglotte, ainsi que celle qui recouvre la surface du larynx jusqu'au bord de son orifice dans l'arrière-bouche faisant saillie dans la cavité du larynx, n'en font pas partie. La muqueuse du larynx semble donc être, d'après cela, le prolongement immédiat de la muqueuse de la paroi inférieure de la bouche et de l'arrière-bouche qui, se prolongeant ainsi, forme le bord de la partie libre de l'épiglotte, les replis ary-épiglottiques et l'échancrure interaryténoïdienne.

La couleur de la muqueuse de la cavité pharyngienne est presque partout d'un rouge jaunâtre uniforme ; sur les cordes vocales inférieures seulement, elle prend une couleur jaune pâle, son épaisseur varie suivant les lieux qu'elle recouvre entre un cinquième et un dixième de millimètre ; de même varient aussi quelques-unes de ses propriétés anatomiques. Nous devrons donc, pour l'étudier exactement, déterminer ses rapports avec les parois antérieure, postérieure et latérales de la cavité du larynx.

La muqueuse de la *face antérieure* du larynx s'étend sur la surface postérieure du cartilage de l'épiglotte qui va diminuant de largeur de haut en bas, et sur la surface postérieure du ligament thyréo-épiglottique ; elle recouvre la fosse centrale, produit de la rencontre des cordes vocales de chaque côté et des ventricules de Morgagni ; puis elle se prolonge derrière la moitié postérieure de l'angle du cartilage thyroïde, derrière le ligament conoïde et derrière l'arc du cartilage cricoïde. Entre les origines des muscles thyréo-aryténoïdien, de chaque côté, ainsi que dans la moitié infé-

rieure de l'angle du cartilage thyroïde, la paroi antérieure se trouve réduite à une fente mince qui se transforme sucessivement de haut en bas en un large sillon. La commissure de la muqueuse située entre les extrémités antérieures des vraies cordes vocales recouvrant l'angle aigu de cette région et présentant une rangée médiane d'orifices glandulaires, paraît vue d'en haut, lorsque la glotte est largement ouverte, former un repli d'une largeur moyenne de 5 millimètres, qui descendant rapidement d'avant en arrière en s'élargissant peu à peu, se termine par une courbe concave (1). Cette commissure qui, dans l'état de tension transversale, a la figure d'un repli, est le produit d'une saillie à angle obtus de la muqueuse formée par le changement de direction de la paroi au passage de la région moyenne à la région inférieure de la cavité du larynx.

Dans toute l'étendue de la paroi antérieure de la cavité laryngienne, la muqueuse est si solidement fixée à cette surface que la pression n'y peut produire ni déplacement ni plis. A la paroi postérieure de la partie libre de l'épiglotte, ainsi qu'à la région moyenne de la partie intra-hyoïdienne, la muqueuse s'attache immédiatement au périchondre, tandis qu'aux régions latérales une couche composée surtout de glandes dont l'épaisseur va croissant de dedans en dehors jusqu'à 1 millimètre et demi, sépare la muqueuse du cartilage.

La surface interne de la *paroi postérieure* de la cavité laryngienne, sans être interrompue par des saillies ou des dépressions, forme, depuis le bord inférieur de la lame du cartilage cricoïde jusqu'à l'échancrure interaryténoïdienne, un sillon qui va diminuant de largeur à mesure qu'il s'élève. Ce sillon se perd insensiblement en bas ; en haut, au contraire, il se prolonge entre les bords internes des surfaces antérieures des cartilages aryténoïdes par des sillons plus ou moins distincts sur les parois latérales qui, derrière les ventricules de Morgagni et derrière les cordes vocales par la rencontre des parois des trois régions de la cavité du larynx, forment une surface qui s'élève en s'inclinant vers la ligne

(1) Comparer : Bruns, *Die Laryngoscop e und die laryngoscopische Chirurgie*. Tübingen, 1865. *Atlas*, Tafel II, Fig. 11 et 12.

médiane et tournant sa convexité en arrière et en dehors; les seuls reliefs qu'elle présente sont celui du cartilage de Wrisberg, celui moins prononcé du bord interne de la face antérieure du cartilage aryténoïde. Sur la surface antérieure et concave de la lame du cartilage cricoïde la muqueuse est complétement unie et fortement adhérente. La partie de la région postérieure de la cavité du larynx, située entre les cartilages aryténoïdes, et qui, dans l'état normal d'équilibre de ces cartilages, a une largeur de 4 millimètres, possède une muqueuse formant plusieurs replis qui disparaissent quand l'échancrure interaryténoïdienne s'efface. La muqueuse, richement pourvue d'orifices glandulaires, est unie par un tissu cellulaire lâche, extensible à la surface antérieure du muscle aryténoïde transverse, afin de n'opposer aucun obstacle au mouvement de rotation des cartilages aryténoïdes.

C'est sur les *parois latérales* de la cavité laryngienne que l'extension de la muqueuse du larynx est le plus considérable, car là elle forme le feuillet interne du repli ary-épiglottique, recouvre les cordes vocales et la paroi latérale de la partie inférieure de la cavité laryngienne et tapisse les ventricules de Morgagni. Le feuillet interne du repli ary-épiglottique, dont le bord libre échancré est, en partie, mince comme un ruban, et qui vers le ligament thyréo-aryténoïdien supérieur atteint peu à peu une épaisseur de 4 millimètres, n'adhère à sa base que d'une façon assez lâche. Ce repli forme, avec la paroi antérieure de la cavité du larynx dans l'étendue où celle-ci est constituée par le cartilage de l'épiglotte et le ligament thyréo-épiglottique, un angle dièdre dont les deux faces tendent à former un sillon médian aboutissant à la fosse centrale. Celle-ci apparaît comme le lieu de rencontre des extrémités antérieures des cordes vocales et des ventricules de Morgagni, qui s'étendent ainsi jusqu'à la paroi antérieure de la cavité laryngienne. En arrière, le feuillet interne du repli ary-épiglottique passe sur les cartilages de Wrisberg et de Santorini pour venir, en s'infléchissant, s'unir à la muqueuse de la paroi antérieure du pharynx. Mais comme les cordes vocales, ainsi que les ventricules de Morgagni, n'atteignent pas l'extrémité postérieure des parois latérales, dans la rotation en dehors des cartilages aryté-

noïdes, il n'y a pas de limitation exacte entre les parois postérieures et latérales de la cavité du larynx.

La muqueuse s'unit par un tissu cellulaire, qui se perd entre les granules glanduleux sans limites nettes, avec l'expansion glandulaire qui représente la branche horizontale de la glande de Morgagni, et forme la partie la plus importante du contenu du ligament thyréo-aryténoïdien supérieur. Dans le ventricule de Morgagni, la muqueuse adhère d'une façon assez lâche avec sa base musculaire, n'est pas complétement unie; mais, au contraire, surtout vers les deux extrémités, pourvue de petites éminences aplaties formées par des glandes. Les cordes vocales inférieures sont, dans toute leur étendue, c'est-à-dire environ 4 millimètres vers les ventricules, et autant inférieurement, recouvertes par une muqueuse mince et dépourvue de glandes, qui adhère à sa base par une mince couche de tissu cellulaire si lâche, qu'une faible pression suffit à la déplacer et à la plisser. Environ à 1 ou 1 millimètre 1/2 du bord libre aigu de la corde vocale inférieure, court parallèment avec lui un sillon qui se perd vers l'extrémité de l'apophyse vocale du cartilage aryténoïde, et que l'on peut considérer comme la limite du tissu élastique qui s'épaissit pour former ce ligament et qui forme la corde vocale proprement dite.

§ 2. — **Texture de la muqueuse de la cavité du larynx.**

Parmi les parties constitutives qui contribuent à former la muqueuse de la cavité du larynx, on distingue l'épithélium, une couche sous-épithéliale, une couche fibreuse des vaisseaux, des nerfs et des glandes ; nous étudierons successivement chacune de ces parties.

1° Épithélium de la muqueuse.

On avait antérieurement attribué un épithélium vibratile à la muqueuse du larynx dans toute son étendue; il a été prouvé plus tard que ce n'était pas entièrement exact. Carl. Fr. Naumann (1), professeur d'anatomie à Lund, est le premier qui, dans un excel-

(1) *Om byggnaden af Luftröhrshufvudet hos den Fullväxta menniskand.* Lund 1851.

lent travail dont jusqu'ici on semble avoir peu tenu compte, ait étudié la loi de formation variable de l'épithélium dans le larynx de l'homme adulte. Dans ce travail où, entre autres choses, nous trouvons déjà, pl. II, fig. 6, le muscle crico-thyroïdien postérieur, décrit par L. Merkel, sous le nom de *muscle kérato-cricoïdien*, Naumann fait remarquer les différences que, suivant le lieu où on le considère, présente l'épithélium de la muqueuse du larynx, et surtout que le long du bord des cordes vocales inférieures cet épithélium est pavimenteux.

Mais ce n'est qu'après la publication des travaux de H. Rheiner (2), que les véritables qualités de l'épithélium de la cavité du larynx furent généralement connues. Rheiner montra que le bord de l'orifice pharyngien du larynx est recouvert jusqu'à une profondeur de 4 à 6 millimètres par un épithélium pavimenteux en continuité avec celui de l'arrière-bouche. De même, l'épithélium des cordes vocales inférieures consiste, d'après le témoignage commun de tous les observateurs, à leur bord saillant en cellules grandes, aplaties, anguleuses, formant un ruban large de quelques millimètres. L'épithélium des autres parties de la cavité laryngienne est surtout formé de cellules vibratiles allongées, dont l'extrémité tournée vers la profondeur est généralement filiforme. Entre ces deux sortes d'épithélium, on trouve de nombreuses formes intermédiaires que déjà Naumann a décrites et figurées dans tous leurs détails.

2° Couche sous-épithéliale de la muqueuse du larynx.

La base immédiate des éléments les plus profonds de l'épithélium est, d'après H. Rheiner (1), ainsi que nous l'avons déjà dit plus haut, une membrane-limite intermédiaire. Il l'a décrite comme une mince bordure de tissu conjonctif homogène, complétement transparente, qui parfois semble former une couche propre ; mais qui, dans la plupart des cas, est continue avec la substance fon-

(1) *Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg*. Würzburg, 1852, Bd. III, S. 222.

(1) *Beiträge zur Histologie des Kehlkopfes Inauguralabhandlung*. Würzburg, 1852, S. 38.

damentale de la muqueuse sous-épithéliale, et n'en forme alors que la partie non fibreuse. D'après mes propres recherches, je ne puis confirmer cette opinion que pour la muqueuse des cordes vocales inférieures, où l'on trouve, en effet, immédiatement sous l'épithélium, une couche homogène transparente et d'épaisseur variable. Nous devons ajouter que cette membrane-limite se rencontre souvent sous de nombreuses formes intermédiaires, souvent surtout striée parallèlement à la surface, ou éprouvant une véritable division en lames fibreuses, ou encore et fréquemment contenant des éléments cellulaires. Dans le reste de l'étendue de la muqueuse, je n'ai jamais trouvé de formation qui pût représenter une membrane-limite hyaline distincte ; bien plus, le tissu conjonctif fibrillaire s'étendait toujours presque immédiatement sous l'épithélium. La couche sous-épithéliale se termine d'une façon presque absolue par une surface uniforme ; elle ne se soulève, en effet, au delà du bord de l'orifice laryngien, qu'en un petit nombre de plaies sous forme de *papilles vasculaires*, différant tant sous le rapport du nombre que sous celui de la grandeur. On ne les trouve que petites et rares sur les vraies cordes vocales où elles se présentent sous forme de petites éminences aplaties cachées dans l'épithélium. Je les ai trouvées sans exception en plus grand nombre et mieux prononcées, formant en partie de véritables villosités dans le fond de la cavité du larynx près de l'échancrure interaryténoïdienne ; Rheiner se trompe donc en disant que la muqueuse du larynx manque de toute formation papillaire.

Aussi bien le manque absolu d'une membrane-limite hyaline dans la plus grande partie de la muqueuse du larynx, que la diversité de formes qu'elle affecte sur les cordes vocales inférieures, ne permet pas de la reconnaître pour une formation sous-épithéliale spécifique et normale. Au contraire, nous devons reconnaître cette qualité à une autre couche de nature différente, d'épaisseur variable, que l'on trouve toujours et partout. Elle est formée par un tissu conjonctif à fibres fines et courtes, comprenant de nombreux éléments de formation de nature différente. Ce sont des corpuscules plus ou moins gros, finement granulés, où l'on recon-

naît des traces de développement par segmentation. Ils consistent en un noyau distinct entouré par une couche de protoplasma, parfois si mince que le noyau paraît être libre. Quoique constants, ces corpuscules sont en nombre variable, et je les ai toujours trouvés moins nombreux dans la muqueuse des cordes vocales inférieures que dans celles des autres parties du larynx. Leur répartition irrégulière n'est soumise à aucune loi, et l'on peut seulement dire qu'ils se trouvent jusqu'au voisinage de la couche cellulaire la plus profonde de l'épithélium, et ne se montrent qu'isolément dans la base fibreuse de la muqueuse. Ces éléments de formation peuvent être reconnus sans ajouter d'acide acétique en examinant le tissu coupé en tranches minces ; mais ce n'est que par l'emploi de ce réactif qu'on peut les faire apparaître avec netteté et les distinguer sûrement des noyaux, des parois, des capillaires et du perineurium des fins plexus nerveux.

Il n'est pas douteux que cette formation cellulaire sous-épithéliale de la muqueuse du larynx jusqu'ici négligée ne soit entièrement l'analogue de celle que G. Burckhardt (1) décrivit et démontra pour la muqueuse de l'appareil urinaire. Le tissu cellulaire sous-épithélial renferme aussi une quantité de cellules de forme ovale et sphérique. Elles y sont en général étagées en trois ou quatre couches et séparées l'une de l'autre par un tissu conjonctif à fibres courtes.

Burckhardt croit pouvoir désigner ces masses cellulaires contenues dans un stroma fibreux sous-épithélial sous le nom de *matrice de l'épithélium*, et leur assigner un rôle important dans la marche des phénomènes de l'inflammation. Depuis que, de plus en plus, on tend à reconnaître qu'une segmentation des cellules épithéliales une fois formées n'a pas lieu, qu'elles ne se régénèrent ou ne se multiplient pas d'elles-mêmes, on doit attribuer leur production à certains éléments contenus dans le stroma. Quoique la théorie de l'*émigration des cellules* laisse encore beaucoup à désirer, je crois cependant pouvoir, jusqu'à nouvel ordre, attribuer à cette émigration la présence de ces éléments que nous venons de

(1) *Das Epithel der ableitenden Harnwege. R. Virchow's Archiv für pathologische Anatomie*, etc. Bd. XVII, S. 94.

décrire, dans la couche fibreuse sous-épithéliale de la muqueuse du larynx, et les considérer comme formant la matrice de l'épithélium.

3° Couche fibreuse de la muqueuse.

Quoique la base fibrillaire de la muqueuse du larynx s'étende presque complétement jusqu'à l'épithélium, il est cependant permis de ne considérer comme « couche fibreuse proprement dite » que la couche de ce tissu, qui est dépourvue de ces cellules dont nous avons étudié les rapports avec la formation de l'épithélium. Cette délimitation fixée par notre définition est d'ailleurs justifiée, car l'abondance des cellules enlève au tissu sous-épithélial, formé de plus par des fibres courtes et ténues, son apparence fibreuse, qu'il ne retrouve qu'en approchant du tissu sous-muqueux. La direction des fibres est parallèle à la surface, et le tissu est composé de faisceaux fibreux de tissu conjonctif, dont les ondulations sont très-prononcées, et de très-nombreuses et fines fibrilles élastiques, qui deviennent plus rares vers la surface et décrivent les courbes caractéristiques que l'on connaît. Entre les divisions fibreuses, et en partie dans les faisceaux du tissu conjonctif même, se trouvent des corpuscules fusiformes que l'on peut rendre libres par un écartement mécanique des fibres, et alors commodément étudier dans leurs rapports d'étendue dans des couches fines enlevées à la muqueuse et rendues plus claires par l'addition d'acide acétique. Le noyau oblong, finement granuleux de ces corpuscules, est entouré en grande partie d'une couche-enveloppe, si mince qu'elle paraît manquer si l'on se contente d'une observation superficielle, et n'est d'ailleurs nettement visible qu'avec un fort grossissement. Les extrémités arrondies du noyau sont recouvertes d'une couche plus épaisse de cette enveloppe, qui s'étend alors en prolongements filiformes de couleur sombre, n'ayant qu'un contour et plus ou moins ondulés. Ces « corps caudés du tissu conjonctif » ne se trouvent pas seulement dans la couche fibreuse proprement dite, mais aussi isolément dans la couche sous-épithéliale où leur axe longitudinal a la même direction que les fibres.

4° Glandes de la muqueuse du larynx.

A la muqueuse qui tapisse la cavité du larynx se rattachent de très-nombreux organes spécifiques de sécrétion qui, dans les conditions normales, ont exclusivement le caractère acineux des glandes muqueuses. Exceptionnellement, on y rencontre aussi une substance glanduleuse conglobée qui, chez quelques mammifères, est au contraire une partie constitutive normale du larynx.

a. *Glandes muqueuses acineuses.* — Ces petits organes, normalement de la grosseur d'une graine de pavot, et qui par leur nombre prédominent de beaucoup, sont distribués irrégulièrement, mais cependant en telle quantité que, sur une surface d'un centimètre carré, on peut reconnaître quinze à vingt orifices. Ces orifices se présentent sous la forme de pores circulaires comme produits par la piqûre d'une pointe d'aiguille, mais que l'on ne voit dans leur complète netteté que dans des préparations convenablement durcies et dépouillées de la couche superficielle de mucus. Ces pores font entièrement défaut dans la muqueuse des cordes vocales inférieures, et l'on ne trouve aussi dans la couche mince du tissu sous-muqueux, d'ailleurs lâche de cet endroit, aucune trace de substance glanduleuse. Au contraire, ces corps glanduleux sont répandus presque partout dans le tissu cellulaire sous-muqueux, de telle façon que, pour un degré modéré de gonflement, ils apparaissent à la surface libre de la muqueuse comme de petites nodosités aplaties; les glandes dont l'orifice s'ouvre à la face postérieure de l'épiglotte sont situées en partie en avant du cartilage qu'elles traversent, en partie dans des lacunes dont le cartilage est souvent percé.

En plusieurs endroits, les glandes acineuses sont condensées en groupes tantôt impairs, tantôt distribués symétriquement des deux côtés du larynx. Les groupes *impairs* sont en rapport avec les parois antérieure et postérieure du larynx. Les *glandes agrégées antérieures du larynx* sont situées au-dessous de la membrane hyo-épiglottique dans l'espace qu'elle limite ainsi que la

membrane thyréo-hyoïdienne, espace où elles répondent au tubercule épiglottique, et où elles forment un stratum entouré et en partie pénétré d'une graisse abondante, connu déjà de Philippe Verheyen (1) qui remarque à ce sujet : « Epiglottidis parti gib» bosæ incumbit quædam caruncula s. glandula pinguedine testa. »

Les *glandes agrégées postérieures du larynx* ou *interaryténoïdiennes* se trouvent à la base du vestibule du larynx, et sont tellement condensées dans toute l'étendue de l'échancrure interaryténoïdienne que la bifurcation de la couche qu'elles constituent forme comme une double branche répondant à toute la hauteur de l'échancrure, qu'elles recouvrent les deux moitiés du ligament crico-santorinien et continuent sans interruption la masse glanduleuse qui s'étend sur la face pharyngienne du muscle aryténoïdien transverse. Les *glandes agrégées latérales du larynx* sont contenues dans les replis ary-épiglottiques et dans les ligaments thyréo-aryténoïdiens supérieurs ; elles forment les glandes que J. B. Morgagni (2) décrivit le premier sous le nom de « glandes aryténoïdiennes » accolées de chaque côté du larynx et formant une figure semblable à un L. L'axe vertical de cette L, qui s'élève devant le cartilage aryténoïdien, est formé par un cartilage réticulé de forme conique, le cartilage de Wrisberg, que Morgagni appelait « colonnette », dont l'extrémité supérieure plus épaisse forme sur le bord libre du repli ary-épiglottique le tubercule de Wrisberg, qui est d'autant plus prononcé que la quantité de glandes qui entourent le cartilage en ce lieu est plus considérable. La branche horizontale légèrement courbe de cette L constitue le contenu principal du ligament thyréo-aryténoïdien supérieur qui, conformément à sa disposition générale, paraît être un véritable bourrelet glanduleux. Les glandes forment donc le corps du ligament thyréo-aryténoïdien supérieur sur la face latérale duquel elles ouvrent en partie leurs orifices, comme le muscle thyréo-aryténoïdien celui de la corde vocale inférieure.

Les vésicules glanduleuses généralement sphériques, groupées en lobules, possèdent un épithélium cylindrique dont les cellules,

(1) *Corporis humani anatomia I.* Editio nova, Amstelodami, 1731.

(2) *Adversaria anatomica I.*

de forme conique, reposent leur base sur une membrane propre. Celle-ci ne me semble pas d'ailleurs être absolument homogène, car j'ai pu souvent, dans une semblable membrane transparente, trouver des cellules à noyau et ramifiées. D'autre part, je n'ai pu réussir à trouver dans les glandes macérées dans une dissolution d'iode la « corbeille glanduleuse », c'est-à-dire un tissu cellulaire réticulé enveloppant en forme de corbeille le contenu de l'alvéole que F. Boll (1) observa dans les acini de la glande sous-maxillaire, non plus que ses prolongements intra-alvéolaires. Les conduits excréteurs des glandes muqueuses acineuses du larynx possèdent en général un épithélium formé par des cellules cylindriques. Dans les conduits qui ouvrent leurs orifices sur la surface inférieure des ligaments thyréo-aryténoïdiens supérieurs, se trouve fréquemment un épithélium vibratile, qui peut s'étendre jusque près des vésicules glanduleuses.

b. *Substance glanduleuse conglobée.* — Dans les conditions normales, la muqueuse du larynx de l'homme est dépourvue de cette substance adénoïde qui consiste en un réseau pénétré par une infiltration diffuse ou par places d'éléments analogues aux corpuscules lymphatiques. Dans des cas exceptionnels cependant, j'ai rencontré, sans que le larynx montrât les traces de la moindre altération pathologique, une formation concordant d'une façon indubitable avec les follicules solitaires de l'intestin. Jusqu'ici je ne l'ai trouvée que dans le vestibule du larynx, où elle se montre surtout à la limite du repli ary-épiglottique et de l'épiglotte, et aussi à la face postérieure de l'épiglotte. J'ai vu la substance glanduleuse conglobée développée d'une façon particulièrement nette dans le larynx d'un suicidé âgé de quinze ans, où elle se présentait aux endroits indiqués tant sous la forme d'infiltration diffuse que sous celle de petites nodosités saillantes. Quoique élément constitutif accidentel de la muqueuse du larynx, cette formation mérite d'attirer l'attention, car, quand elle existe par suite de la dégénérescence graisseuse si fréquente des éléments cellulaires, elle peut donner lieu à des érosions produisant des lacunes tantôt circulaires, tantôt irrégulières de la muqueuse.

(1) *Archiv für mikroskopische Anatomie.* Bonn, 1869.

On a prouvé que chez divers mammifères la substance glanduleuse conglobée était une partie constitutive normale du larynx. Ainsi, par exemple, E. Verson (1) dit avoir vu au repli d'entrée du larynx du chat latéralement des follicules, c'est-à-dire une accumulation de corpuscules lymphatiques distribués dans un réseau délicat, traversé par de nombreux vaisseaux. Verson vit ces follicules, enveloppés habituellement d'un tissu conjonctif dense, s'ouvrir parfois vers la muqueuse et se perdre peu à peu dans son tissu, de sorte que leurs corpuscules lymphatiques s'étendaient jusqu'à l'épithélium dans la formation duquel ils semblaient entrer en changeant de forme.

J'ai trouvé chez les cétacés une accumulation de substance glanduleuse conglobée formant un corps glanduleux d'une certaine étendue, que j'ai eu occasion d'étudier d'une façon plus complète chez le *Delphinus phocæna*. Elle est située dans l'espace compris entre le cartilage thyroïde et l'arc de ce cartilage qui, chez ces animaux, est fendu suivant la ligne médiane, c'est-à-dire occupant la place qu'occupe chez l'homme le ligament cricothyroïdien moyen, qui, d'ailleurs, ne fait pas défaut aux cétacés mais est faiblement développé et recouvre la portion externe de la masse glanduleuse. Sur la face tournée vers la cavité du larynx on remarque des lacunes plus ou moins grandes à forme de fentes, représentant autant de dépressions de la muqueuse recouverte de cellules vibratiles allongées. Dans le tissu fibreux assez résistant qui entoure ces sacs de la muqueuse et leurs dépressions secondaires, des éléments semblables aux cellules lymphatiques sont répandus de place en place en telle abondance qu'ils changent l'aspect du tissu fibreux et forment des nodosités arrondies, de telle sorte qu'il en résulte un organe semblable à l'amygdale que nous pouvons désigner sous le nom de « tonsille laryngienne » des cétacés.

6° Vaisseaux de la muqueuse du larynx.

Les vaisseaux de petit diamètre, dont les plus fins capillaires s'étendent jusque sous l'épithélium, ne présentent pas partout les

(1) *Sitzungsberichte der K.K. Academie der Wissenschaften zu Wien.* I Abth. Mai-Heft, 1868.

mêmes rapports de nombre et de répartition dans le tissu de la muqueuse du larynx. Ainsi que l'indique tout d'abord sa couleur jaune pâle, la muqueuse des cordes vocales inférieures, qui, reliée à sa base élastique par une légère couche d'un tissu cellulaire lâche sous une faible pression, se déplace et se plisse, contient un moins grand nombre de petits vaisseaux que celle des autres régions du larynx. Parfois aussi, dans l'inspection laryngoscopique, les rameaux vasculaires plus importants de la même partie de la muqueuse à l'état normal, apparaissent sous forme de filets rouges caractérisés par leur disposition exactement longitudinale suivant la direction des cordes vocales. Les rameaux qui naissent latéralement des petits vaisseaux disposés parallèlement à côté les uns des autres, et se bifurquant en partie, se réunissent en formant un réseau dont les mailles relativement larges sont de forme et grandeur inégales.

Dans toutes les autres régions de la muqueuse du larynx, les vaisseaux de directions les plus différentes se résolvent, bientôt après leur entrée dans ce tissu, en un réseau à mailles moins serrées qui donne naissance à un réseau capillaire à mailles polygonales et par places très-étroites, dont les conduits sont d'autant plus fins qu'ils s'étendent plus près de la surface.

6° Nerfs de la muqueuse du larynx.

Il est très-facile de démontrer immédiatement la grande richesse du tissu de la muqueuse du larynx en nerfs; il suffit pour cela d'examiner au microscope un petit morceau de cette muqueuse qu'on a préalablement laissé macérer quelque temps dans une solution étendue d'acide chlorhydrique. On arrive sans la moindre difficulté à observer de délicats plexus de forme vraiment réticulaire, produits de divisions et de réunions consécutives réciproques de rameaux qui souvent ne contiennent que quelques fibres et possèdent un perineurium très-riche en noyaux grands et oblongs. En un point ou l'autre du plexus, on voit une fibre primitive isolée se détacher, former une anse plus ou moins longue, puis venir se réunir de nouveau au plexus. Carl. Fr. Nau-

mann (1), dont les recherches n'avaient pas dépassé ce résultat, se vit amené à considérer ces rapports anatomiques de la disposition des nerfs comme l'expression de leur mode de terminaison dans le tissu de la muqueuse, et à distinguer des plexus et anses terminaux.

La muqueuse de la face postérieure de l'épiglotte se distingue par sa grande richesse en nerfs, et il suffit d'en considérer une faible étendue pour remarquer très-facilement les anses irrégulières formées par une quantité de fibres à doubles contours. D'après les observations de A. Lindemann (2), quelques fibres nerveuses de cette muqueuse de l'épiglotte se terminent par des *corpuscules terminaux* dont la grandeur ne dépasse pas 7 millimètres. Il observa aussi, dans les parties les plus déliées de la distribution nerveuse, quelques petits groupes de cellules ganglionnaires unipolaires, ce qui contredit l'opinion de E. Verson (3), d'après laquelle les divisions périphériques des nerfs de la muqueuse du larynx seraient toujours dépourvues de cellules ganglionnaires.

Une analyse plus exacte et une observation microscopique plus attentive d'objets convenablement préparés, nous apprend qu'en général la terminaison véritable des nerfs a lieu au moyen d'organes particuliers. Ce sont des corpuscules piriformes ou ovales, d'une largeur moyenne de 35 millimètres, où l'on ne trouve pas d'enveloppe membraneuse isolable. Un fin cylindre-axe vient se terminer en chaque corpuscule en un point plus ou moins élevé en s'arrondissant, et le plus souvent en se dilatant quelque peu. La substance du corpuscule qui entoure l'extrémité à forme de condyle du cylindre d'axe, et qui, à cause de sa propriété réfringente presque semblable ne s'en distingue pas très-nettement, est généralement homogène, car elle ne contient qu'exceptionnellement une quantité variable de fines molécules. Entre tous les modes de terminaison des nerfs sensitifs décrits jusqu'ici, celui observé par Freyfeld-Szabadfœldy (4), dans la muqueuse de

(1) *Loc. cit.*

(2) *Zeitschrift für rationnelle Medicin.* Bd. 36, S. 152.

(3) *Beiträge zur Kenntniss des Kehlkopfs und der Trachea.*

(4) *R. Virchow's Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie.* Bd. XXXVIII, S. 183, Tafel IV.

la langue, se rapproche le plus du mode de terminaison que je trouvai dans la muqueuse du larynx. Cette analogie se montre surtout dans les modes de terminaisons représentés dans la figure 4 du travail de cet auteur.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII.

Fig. I. — Coupe de la muqueuse des ligaments thyréo-aryténoïdiens supérieurs. Grossissement de 500 diamètres.

1. Couche fibreuse de la muqueuse.
2. Couche sous-épithéliale comprenant la couche qui représente la matrice de l'épithélium.
3. Épithélium vibratile.

Fig. II. — Disposition des vaisseaux de faible diamètre dans la muqueuse des cordes vocales inférieures. Grossissement de 50 diamètres.

Fig. III. — Coupe de la muqueuse des cordes vocales inférieures. Grossissement de 500 diamètres.

1. Couche fibreuse avec de nombreux corpuscules caudés du tissu conjonctif.
2. Couche sous-épithéliale et cellules qu'elle contient.
3. Épithélium pavimenteux, dont la couche la plus profonde contient des éléments de forme presque cylindrique.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR

L'INFLAMMATION SUPPURATIVE

ET LE PASSAGE DES LEUCOCYTES

A TRAVERS LES PAROIS VASCULAIRES

(Présentées à l'Académie des sciences de Paris, le 20 juin 1870)

Par M. le Dr PICOT

Professeur libre d'histologie à Tours.

PLANCHES IX, X, XI et XII.

REMARQUES PRÉLIMINAIRES.

Au mois de janvier dernier, la question du pus dans l'inflammation fut mise de nouveau à l'ordre du jour, et des travaux sur cet important sujet furent présentés à l'Académie des sciences et à l'Académie de médecine. L'un des mémoires, celui de Hayem, reproduisait la théorie de Conheim, sur le mode de production du pus, et considérait les éléments cellulaires, que l'on rencontre dans ce liquide, comme étant ceux-là mêmes qui existent dans les vaisseaux sanguins. D'après l'auteur de ce travail, qui fut appuyé par la grande autorité de M. le professeur Vulpian, les leucocytes du pus sont les leucocytes mêmes du sang, et la présence de ces éléments anatomiques dans le pus tient à ce qu'ils ont traversé les parois des vaisseaux au moyen de leurs mouvements amiboïdes, par le fait du phénomène qui a été désigné sous le nom de *migration des leucocytes*. Le second travail, qui était dû aux recherches de mon savant ami le professeur agrégé Feltz, niait le passage des globules blancs à travers les parois des vaisseaux, et l'auteur, sans admettre d'une manière positive leur formation au sein d'un blastème, en vertu du mode de naissance connu sous le nom de *genèse*, décrivait leur apparition le long de la paroi vasculaire et démontrait que l'on ne peut rattacher

l'origine des leucocytes ainsi apparus, ni à la migration de ces éléments à travers les vaisseaux, ni à la prolifération des cellules du tissu conjonctif, suivant la doctrine de Virchow, fait du reste nié également par Conheim et ses continuateurs.

Désireux d'apporter à la solution de cette question ma petite part, je résolus dès lors d'étudier à mon tour le phénomène dont il s'agit, et j'ai institué, à ce sujet, des expériences qui vont être rapportées ici. Ces expériences ont été faites au mois d'avril dernier; elles le furent publiquement en présence des élèves qui suivent mon *cours d'histologie* et qui ont pu en apprécier tous les détails. Je dois ici remercier particulièrement certains d'entre eux, MM. Violet, Héron, Desprès, qui m'ont aidé avec beaucoup de zèle dans ces recherches qui sont très-fatigantes en raison de leur durée et de l'importance qu'il y a à ne pas quitter un seul instant le microscope, afin de ne rien laisser passer inaperçu.

Les recherches expérimentales que je vais rapporter sont divisées en trois séries; elles ont porté sur des grenouilles, sur des souris et des chats nouveau-nés. Le lieu de la recherche a toujours été le péritoine des animaux de chaque série, et je n'ai point étudié l'inflammation suppurative, ni sur la langue, ni sur le poumon de la grenouille, car, pour le poumon, il est très-difficile d'éviter les hémorrhagies traumatiques qui, par leur production, altèrent si facilement le résultat de l'expérimentation; pour la langue, bien qu'il soit assez facile de suivre les courants vasculaires dans cet organe, le nombre des éléments anatomiques constitutifs est tel dans ce tissu, qu'il faut beaucoup plus de peine pour reconnaître ce qui se produit dans son sein. C'est donc, comme je l'ai dit plus haut, sur le péritoine seul que j'ai expérimenté, et sa grande transparence ainsi que la simplicité relative de sa structure sont les motifs qui m'ont déterminé à agir de la sorte.

PROCÉDÉ OPÉRATOIRE.

Le procédé opératoire que j'ai employé dans mes études est celui de Conheim et de Feltz.

J'ai fixé les animaux sur une plaque de liége assez mince, soit

au moyen d'épingles implantées dans les membres et la mâchoire inférieure, s'il s'agissait de grenouilles, soit au moyen de ficelles cirées qui appliquaient les membres et le tronc sur la plaque de liége quand il s'agissait de souris ou de petits chats. Cela fait, je ponctionnais l'abdomen sur le trajet d'une ligne allant du milieu des fausses côtes du côté gauche à l'arcade pubienne, et cela au moyen d'un kystitome à cataracte; dès lors, avec des ciseaux, je divisais successivement les plans de la paroi abdomidale sur la ligne en question, faisant ainsi au ventre une ouverture proportionnée à la taille de l'animal en expérimentation, et en évitant de remonter trop haut afin d'empêcher l'estomac de sortir du ventre, accident qui m'était arrivé dans mes premières tentatives. En procédant de cette manière et avec lenteur, je n'ai eu qu'un écoulement de sang très-léger, qui s'arrêtait presque instantanément sous l'influence du contact de l'air. L'abdomen ouvert, au moyen de la curette de Daviel, je vais à la recherche d'une anse intestinale qui ne se présente pas toujours d'elle-même, surtout chez les grenouilles remplies d'œufs, car ici ce sont les ovaires qui font hernie tout d'abord. L'anse intestinale amenée, l'intestin est déroulé dans toute sa longueur, et je choisis un point du mésentère qui se prête plus facilement à l'extension. Comme l'a indiqué Feltz, c'est celui qui se trouve près du cæcum qui est le plus convenable. L'intestin est ensuite fixé au moyen de très-fines épingles, recourbées afin de ne point gêner par leur présence la manœuvre du tube du microscope, autour d'une fenêtre qui a été pratiquée dans la plaque de liége et dont la dimension est proportionnée à l'animal sur lequel porte l'expérimentation. Cette fixation de l'intestin demande les plus grands soins; car, si la distension est trop grande, on produit facilement des ruptures du péritoine; de plus, il faut éviter de blesser des vaisseaux un peu volumineux avec les épingles, car alors il se fait des hémorrhagies dont il est extrêmement difficile de se rendre maître. Je ne me suis point servi, pour supporter le péritoine étalé au-dessus de la fenêtre taillée dans la plaque de liége, du verre employé par Feltz, car j'ai remarqué que dans ce cas, pour peu qu'il se produise un léger suintement de sang autour des piqûres faites à

l'intestin, ce sang venait bientôt s'infiltrer entre le péritoine et le verre sur lequel il repose, accident qui entraîne l'impossibilité de continuer l'expérience. Le péritoine étant ainsi préparé, il est de la plus haute importance de le maintenir dans un degré d'humidité constante. Si l'on ne prend en effet cette précaution, il se dessèche très-rapidement, des rides, des plis, s'y montrent, et dès lors l'expérience est perdue. Afin de maintenir cette humidité constante, de temps à autre il faut porter une goutte d'eau distillée sur le mésentère et l'intestin lui-même, et je le faisais à l'aide, soit d'un pinceau très-fin, soit d'une baguette de verre. Il est de toute évidence que l'eau distillée employée doit être complétement exempte de corps étrangers en suspension. Afin de me rapprocher le plus possible de ce qui se passe à l'état normal, j'ai, de plus, pris la précaution d'employer l'eau distillée destinée à cet usage à la température de l'animal en expérimentation, c'est-à-dire que je me servais d'eau distillée à la température ordinaire, lorsqu'il s'agissait des grenouilles, et que cette même eau était chauffée jusqu'à 37 et 38 degrés alors que j'avais affaire aux souris ou bien aux petits chats.

J'ai répudié l'usage du chloroforme et du curare dans toutes mes expériences, redoutant, comme Feltz, l'action de ces corps sur les muscles des vaisseaux. Enfin, j'ai cru devoir, pour produire l'inflammation, me contenter du contact de l'air sur la séreuse abdominale, bien qu'en agissant de la sorte les phénomènes soient longtemps à se manifester. Je craignais, en effet, en employant un irritant quelconque, d'amener une trop grande stase sanguine dans les vaisseaux, et de déterminer, par le fait de l'augmentation brusque de la pression, des ruptures vasculaires. C'est pour cette raison que je n'ai point fait usage de la cantharidine préconisée par Kremianski, et qui a été employée par Hayem et Hénoque. Je dois dire qu'il ne m'a pas paru nécessaire, pour étudier le phénomène dont il est question ici, de chercher à colorer les globules blancs, soit avec de l'aniline, comme Feltz a tenté de le faire sans succès, soit au moyen du cinnabre. Les leucocytes, en effet, sont tellement faciles à voir chez la grenouille où leur volume, leur forme, les mettent parfaitement en évidence, qu'il n'est en aucune

façon nécessaire de recourir à ces moyens qui me paraissent infidèles. De plus, chez les souris et les jeunes chats, la couleur et le volume des éléments blancs du sang permettent de les distinguer assez facilement des globules rouges, et je n'ai pas cru devoir ici non plus tenter de les colorer en rouge avec le cinnabre, coloration qui me paraissait devoir à priori rendre plus difficile leur reconnaissance.

Je dois dire en dernier lieu que, désireux de pousser la recherche aussi loin que possible pendant l'expérimentation, j'ai nourri, autant que faire se pouvait, mes animaux à sang chaud. Pour cela, je me suis servi de lait tiède que je faisais pour ainsi dire teter à mes petits chats à l'aide d'un pinceau. Ce mode de nourriture m'a très-bien réussi, car les animaux ont résisté de la sorte douze et même quinze heures, et chaque fois que je leur présentais le pinceau chargé de lait, ils le prenaient avec avidité.

Afin de mieux saisir tout ce qui se passe pendant l'expérimentation, j'ai cru devoir prendre les dessins des préparations microscopiques dans chacune des expériences, car de la sorte on peut se rendre compte beaucoup plus facilement qu'avec une simple description. Les dessins en question sont très-simples, ils ne représentent que les vaisseaux et les leucocytes qui se sont formés de nouveau; j'ai cru qu'il ne fallait point figurer les éléments anatomiques autres qui entrent dans la structure du péritoine, et cela afin de ne pas surcharger les figures.

1re série. — Expériences sur les grenouilles.

1re Expérience. — La grenouille est préparée ainsi qu'il a été dit ci-dessus et le péritoine est tendu. Je cherche un lieu d'observation facile, c'est-à-dire me montrant des vaisseaux où tous les phénomènes puissent facilement être observés, et je m'arrête à un endroit qui me montre la figure n° 1 (pl. IX).

Cette figure fait voir des vaisseaux capillaires véritables, capillaires de la première variété de M. Ch. Robin, et qui ne sont, comme on le sait, constitués que par une seule tunique, abstraction faite de l'épithélium. Ces vaisseaux mesurent tous la même dimension à

peu de chose près, et cette dimension est de trois divisions du micromètre avec l'oculaire 2 et l'objectif 3 du microscope n° 2 de Nachet, ce qui nous donne environ $0^{mm},01$. La paroi des vaisseaux est parfaitement visible, limitée d'une manière très-nette par deux lignes fines parallèles entre elles. L'épaisseur de cette paroi peut être approximativement évaluée à une demi-division, soit un peu plus de $0^{mm},001$. Le tissu péritonéal, interposé aux capillaires, montre une texture simple : des fibres lamineuses ou conjonctives non disposées en faisceaux, mais formant un lacis sans aucun ordre ; de distance en distance, quelques rares fibres élastiques et des renflements à peu de chose près fusiformes, cellules du tissu conjonctif de Virchow, qui ont été signalées aussi par Feltz. Je ne vois point dans la séreuse examinée de cellules plasmatiques, corps fibro-plastiques étoilés de Ch. Robin. L'épithélium apparaît sous forme de cellules aplaties et polygonales, mais le plus grand nombre de ces éléments est privé de noyau. Dans certaines parties de la préparation, il n'y a plus d'épithéliums visibles.

L'expérience est commencée à *deux heures*, et je désigne par les lettres A, B, C, D les espaces intervasculaires, les vaisseaux étant eux désignés par les chiffres 1, 2, 3, 4. Au moment où je commence l'examen, la circulation persiste encore dans les capillaires et se fait de X en Y. On voit, avec la plus grande netteté, passer les globules rouges et les globules blancs dans les vaisseaux. Ces derniers suivent plus particulièrement les parois vasculaires et ne remplissent point, comme les hématies, toute la capacité du conduit. Leur diamètre, en effet, n'étant que de deux divisions, il reste entre eux et la paroi contre laquelle ils ne glissent point, un espace libre. Tantôt, pendant que circule le sang dans les canaux soumis à l'examen, on voit passer une certaine quantité de globules, de 12 à 20, sans aucun leucocyte, puis un leucocyte ; tantôt, au lieu d'un seul de ces éléments, on en trouve deux ou trois après le passage d'un nombre d'hématies à peu près égal à celui que je viens de signaler ; d'autres fois, on rencontre des leucocytes mélangés aux hématies, mais le fait est plus rare.

De deux heures et demie à trois heures. Rien de changé.

A trois heures. Aucun changement ne paraît s'être produit dans la préparation; le courant sanguin continue à se faire et dans le même sens; il me semble, toutefois, qu'il s'est produit un certain ralentissement de la circulation, mais ce ralentissement est à peine appréciable.

Quatre heures. Les vaisseaux paraissent s'être dilatés, de telle sorte que, au lieu de mesurer trois divisions du micromètre, ils ont atteint près de quatre divisions. Le courant est ralenti et l'on remarque qu'il existe manifestement entre les globules rouges qui passent et la limite interne du vaisseau un intervalle incolore qui ne serait, à mon sens du moins, que la *couche inerte* des auteurs, couche inerte désignée par Feltz sous le nom d'*espace blanc*. Lorsque passent les leucocytes, cet espace blanc disparaît et l'élément globulaire suit toujours la paroi du vaisseau, non pas en glissant le long de cette paroi, mais en roulant contre elle. Jusqu'ici, aucune modification ne s'est produite dans les espaces intervasculaires et la préparation présente toujours l'aspect qui a été décrit plus haut.

Quatre heures et demie. Le courant est considérablement ralenti dans les vaisseaux; de plus, au lieu de se faire toujours dans le même sens, il marche pendant un certain temps dans un sens, puis dans l'autre. L'*espace blanc* est très-net et parfaitement visible, et les leucocytes paraissent être plus adhérents à la paroi des canaux. On ne les voit plus se détacher de cette paroi pour gagner de temps à autre le milieu du conduit vasculaire et être entraînés par les globules rouges pendant un certain temps, phénomène qui se montrait dans la demi-heure précédente. Quelquefois, alors que la présence de globules blancs le long de la paroi du vaisseau a diminué son calibre d'une manière trop considérable, on voit les gobules rouges s'arrêter contre l'obstacle ainsi produit, se déformer et finalement franchir le point rétréci. Les leucocytes alors sont entraînés par le courant, mais toujours en suivant la paroi du capillaire, et s'en vont recommencer la même scène un peu plus loin.

Vingt minutes après, c'est-à-dire près de quatre heures après le début de l'expérience, je vois apparaître dans l'espace B, au

point L de cet espace, un petit point sphérique qui n'existait point là auparavant et qui mesure, dès son début, environ un tiers de division du micromètre, c'est-à-dire à peu près 0^{mm}, 001. Ce petit point sphérique augmente assez rapidement de volume, bientôt il s'élève à une division, 0^{mm},003, et dès ce moment on peut voir qu'il existe dans son intérieur une certaine quantité de granulations extrêmement fines et légèrement grisâtres. Comme je l'ai dit plus haut, ce petit point sphérique n'existait point d'abord, et de plus il ne siége point au niveau d'un corpuscule du tissu conjonctif, de telle sorte qu'il est impossible de le faire provenir de ces corpuscules qui, du reste, jusqu'ici n'ont présenté aucune modification ni dans leur volume ni dans leur structure.

Cinq heures. Dans l'espace C, à une distance de dix divisions de la paroi vasculaire, je vois se former un point sphérique analogue au précédent; il passe par les phases que je viens de décrire pour le globule de l'espace B, et il est facile de reconnaître et sa forme et les granulations grises qui entrent dans sa constitution. Celui qui s'est produit en L, dans l'espace B, a continué de s'accroître, et il mesure, à ce moment de l'expérience, deux divisions, c'est-à-dire 0^{mm},006. Tout contre lui, je vois de plus apparaître un nouveau globule qui suit tout à fait les mêmes phases évolutives.

Dans les vaisseaux il n'y a rien de changé et le courant se fait alternativement dans l'un et l'autre sens et en présentant les phénomènes que tout à l'heure j'ai décrits pour les éléments anatomiques du sang, globules blancs et globules rouges.

Six heures. Pendant tout le temps qui vient s'écouler, j'ai vu se former un certain nombre de globules dans les espaces intervasculaires A, B, C, D. Tous ces éléments ont présenté les phases de naissance et de développement que j'ai signalées plus haut. Leur forme et leur structure anatomique ne me permettent point de croire qu'il s'agisse là d'autre chose que de leucocytes s'étant développés dans les espaces intervasculaires signalés. Mais dès lors, c'est dans les vaisseaux que les changements se produisent. Le courant sanguin a cessé, comme plus haut, d'être constant, mais, dès maintenant, au lieu de se faire alternativement dans

un sens, puis dans un autre, en continuant d'exister plusieurs minutes dans chacun de ces sens, on ne voit plus qu'une sorte de balancement du liquide et des globules tenus en suspension. Les leucocytes sont presque partout adhérents aux parois des vaisseaux et ne sont plus entraînés par les globules rouges qui viennent à passer contre eux. Dans les capillaires examinés ici, on peut facilement compter les globules blancs accolés aux parois, et notamment j'en trouve douze dans le vaisseau 4. Dans les parties où l'on ne retrouve point de leucocytes, l'*espace blanc* est resté très-visible.

Sept heures. De nouveaux globules se sont montrés dans les espaces intervasculaires, mais en petite quantité. La circulation s'est arrêtée complétement dans le vaisseau 4 ; elle a continué à présenter les alternatives de va-et-vient dans les autres capillaires de la préparation. Des modifications se sont produites sur les éléments blancs contenus dans le vaisseau 4, et ces modifications ont pu être suivies avec la plus grande facilité. En effet, l'arrêt de la circulation s'est produit d'une telle manière qu'il est resté dans ce vaisseau un espace privé de globules rouges et dans lequel on aperçoit, d'une manière très-nette, trois leucocytes fixés aux parois vasculaires, qui, elles aussi, sont on ne peut plus visibles. Or, voici ce qui s'est produit pour ces globules : d'abord l'un deux a commencé à s'aplatir et à s'allonger le long de la paroi du capillaire, puis il a repris quelques instants après sa forme primitive ; on en vit partir ensuite un prolongement quadrilatéral se dirigeant vers l'axe du vaisseau, et à ce moment le globule était formé par une petite sphère à laquelle se trouvait adhérer le prolongement dont il est question. Puis celui-ci s'est effilé, est devenu triangulaire, et bientôt, tout en faisant constamment saillie dans l'intérieur du capillaire, il a pris la forme d'un véritable trident. Les mêmes phénomènes se sont manifestés ensuite sur les deux autres globules blancs compris dans l'espace libre intravasculaire dont j'ai parlé, et je les ai vus présenter successivement des déformations semblables à celles que j'ai décrites pour le premier des globules. Bientôt après, environ six minutes après le début des modifications des leucocytes, j'ai vu ceux-ci revenir à

leur forme normale, puis pousser de même ensuite des prolongements semblables, mais qui, cette fois, étaient dirigés le long de la paroi du vaisseau. Alors les globules présentant les expansions en question se sont déplacés le long de cette paroi, en parcourant un chemin triple et même quadruple de leur volume normal. Les expansions ou prolongements signalés ici avaient une longueur telle, qu'ils mesuraient deux divisions à deux divisions et demie du micromètre. Il est de toute évidence que les prolongements que je viens de décrire ne sont pas autre chose que les expansions dites *sarcodiques* des leucocytes, signalées dans les vaisseaux pour la première fois par Davaine, et que cette translation des globules blancs constitue le phénomène des *mouvements amiboïdes*. Les déformations survenues ici, en effet, ne peuvent être attribuées en aucune façon à une cause qui agirait du dehors sur les éléments blancs ; il n'y a pas ici de pression des globules les uns sur les autres, de telle sorte qu'on ne peut, en aucune manière, pour le cas particulier, rapporter ces changements de forme à des pressions quelles qu'elles soient.

Huit heures. Arrêt complet dans la circulation des vaisseaux examinés. De temps à autre on voit apparaître de nouveaux globules dans les espaces intervasculaires. Dans les capillaires, les globules rouges restent au centre du conduit et l'on reconnaît la présence des leucocytes le long des parois. Là où n'existent pas ces éléments, l'espace blanc est toujours visible. Même dans les points où les leucocytes se trouvent mélangés aux hématies, on les voit présenter les expansions sarcodiques que j'ai signalées tout à l'heure, expansions qui se dirigent dans tous les sens, mais plus particulièrement dans le sens de l'axe vasculaire. Dans le point du vaisseau 4, où se trouve l'endroit privé de globules rouges, le long de la paroi limitant l'espace A, je vois apparaître un petit point sphérique mesurant environ une demi-division du micromètre. Il touche la face externe du vaisseau, mais ne se trouve pas situé au niveau d'un des leucocytes renfermés dans ce conduit. Ce point sphérique grossit rapidement, et en six minutes il a atteint deux divisions du micromètre, soit $0^{mm},006$. Il est bientôt suivi de l'apparition d'un autre globule, siégeant, ce-

lui-ci, au niveau d'un des leucocytes renfermés dans le vaisseau. Ce nouvel élément suit les mêmes phases d'évolution que le précédent et grossit de la même manière, mais il est facile de voir qu'il ne fait point corps avec le globule situé dans le capillaire. Enfin je vois apparaître de la même manière un troisième globule situé le long de la paroi qui limite l'espace C. Celui-ci augmente de volume comme les précédents; mais, circonstance remarquable, lors de son développement complet, il semble être placé à cheval sur la paroi vasculaire, fait qu'il est parfaitement facile de vérifier si l'on fait varier le plan que l'on observe au moyen de la vis micrométrique du microscope. Dans le point où est né ce globule, il n'y avait point de leucocyte correspondant placé à l'intérieur du capillaire.

Neuf heures. Le long des parois vasculaires se sont formés, de la manière que j'ai indiquée ci-dessus, des globules de distance en distance. Les uns sont situés sur la limite visible des parois, les autres apparaissent dans le plan vertical même du vaisseau, et l'on peut remarquer, en faisant varier le point, qu'ils ne sont pas intravasculaires. Au reste, ils n'existaient pas là auparavant. Au niveau de l'endroit vide de globules rouges du vaisseau 4, je distingue toujours les trois leucocytes siégeant dans le capillaire, et là de nouveaux éléments blancs se sont produits en dehors du vaisseau. Ils sont placés le long de la paroi, et l'on en trouve là formant deux séries de front dans certains endroits. A ce moment, le nombre des globules blancs correspondant à cette partie considérée du capillaire est de huit, et comme je viens de le dire, les trois leucocytes intravasculaires sont toujours dans le vaisseau.

Dix heures. Rien de changé dans les vaisseaux ; leurs parois sont toujours visibles ; l'espace blanc est net ; les leucocytes ont repris leurs formes sphériques, mais restent dans leurs positions respectives. Des globules naissent toujours de la même manière le long des parois. C'est alors qu'on les voit former, suivant l'expression de Feltz, de petits tas près de ces parois, mais il en paraît également dans le plan vertical des vaisseaux, de telle sorte que de distance en distance les capillaires paraissent être entou-

rés d'un véritable anneau de globules blancs. Les espaces intervasculaires sont moins transparents et semblent devenir légèrement granuleux ; on distingue cependant encore assez nettement et les globules qui se sont formés, ainsi que je l'ai décrit, et les corpuscules du tissu conjonctif qui n'ont présenté aucune modification.

Onze heures. Continuation des mêmes phénomènes. Les espaces intervasculaires deviennent de plus en plus granuleux, et ces fines granulations paraissent par-ci par-là former des éléments globulaires.

Minuit. Pas de changements dans les vaisseaux. Les espaces sont devenus opaques et paraissent remplis de globules ; les phénomènes de la naissance de ces globules ne peuvent plus être appréciés.

Une heure du matin. Je ne vois plus rien qu'une masse énorme de globules très-opaques, et il est de la plus grande difficulté de distinguer les vaisseaux. Je cesse dès lors l'examen de la préparation.

2e Expérience. — Ma seconde expérience sur les grenouilles se rapporte à des vaisseaux, dont les uns sont des capillaires semblables à ceux de la première expérience, c'est-à-dire du plus petit diamètre de ces conduits, de ceux-là qui ne laissent passer de front qu'un seul globule rouge, et dont les autres admettent deux et même quelquefois trois hématies, alors que celles-ci passent de champ dans le tube vasculaire. La pièce préparée montre la figure n° 2. Les espaces intervasculaires sont désignés par les lettres A, B, D, E, F, G, et les vaisseaux par les chiffres 1, 2, 3, etc.

Le tissu péritonéal dans le point choisi ne présente rien de particulier à noter. C'est la même structure et la même texture que celles que j'ai mentionnées dans l'expérience précédente : fibres lamineuses ou conjonctives, corpuscules du tissu conjonctif (corps fibro-plastiques fusiformes de Ch. Robin), fibres élastiques rares, etc. Les vaisseaux les plus volumineux, c'est-à-dire ceux marqués 5 et 9, mesurent de $0^{mm},025$ à $0^{mm},03$, les autres étant compris entre $0^{mm},01$ et $0^{mm},0015$. Comme dans toutes mes expériences, le grossissement employé est de 400 diamètres.

L'expérience est commencée à *deux heures de l'après-midi*, et la préparation faite on constate la persistance du courant sanguin dans tous les vaisseaux en observation, courant qui, d'une manière générale, se dirige de X en Y. Comme je l'ai dit, dans les plus petits vaisseaux, il ne passe de front qu'un seul globule rouge; dans ceux marqués 5 et 9, au contraire, il en passe de front deux et même quelquefois trois. La paroi vasculaire est essentiellement visible et nettement accusée par ses deux lignes parallèles. De distance en distance, on peut voir dans cette paroi les noyaux qui s'y rencontrent normalement. Comme dans le cas précédent, les leucocytes marchent lentement le long des parois des capillaires.

Deux heures et demie, *trois heures*, *trois heures et demie*. Aucune modification.

Quatre heures. Rétrécissement des vaisseaux 5 et 9, parfaitement appréciable à la mensuration; leur diamètre a diminué de deux divisions micrométriques, il n'est plus que de sept divisions, soit $0^{mm},0024$. La circulation se fait moins rapidement qu'au début, mais persiste toujours dans le même sens.

Quatre heures et demie. Les vaisseaux 5 et 9 présentent des alternatives de dilatation et de rétrécissement. La circulation est lente; on voit très-bien les globules blancs ainsi que la couche inerte.

Quatre heures quarante minutes. La circulation change de direction et se fait d'Y en X ; elle persiste de la sorte environ douze minutes pour paraître de nouveau d'X en Y; jusqu'ici rien dans les espaces intervasculaires.

Cinq heures. Changement nouveau de direction du courant, puis alternative de changements analogues, de telle sorte que le temps pendant lequel le courant se fait dans un même sens, diminue de plus en plus.

Cinq heures un quart. Apparition d'un point sphérique en L. Ce point, d'abord très-petit et ne mesurant que $0^{mm},001$, grossit à vue d'œil.

Cinq heures et demie. Le contenu des vaisseaux présente un balancement régulier, analogue à celui d'un pendule, et la durée

d'une oscillation dans un sens est à peu près d'une seconde; globules rouges et globules blancs sont entraînés dans les oscillations du liquide. Apparition dans l'espace E en L′ d'un globule semblable au premier et se conduisant de même.

Six heures. Arrêt complet de la circulation ayant débuté dans les plus petits vaisseaux. A ce moment, le globule L de l'espace E montre un prolongement quadrilatéral dirigé vers le vaisseau 5. Ce prolongement, qui est légèrement granuleux, comme le globule d'où il est parti, s'effile et devient très-aigu, puis il se divise à son extrémité libre et présente dès lors une bifurcation manifeste. Dans l'espace H, au point L″, naissance d'un autre globule semblable aux précédents. De même dans l'espace F, au point L‴.

Six heures et demie. Dans les vaisseaux, où la circulation s'est complétement arrêtée ainsi qu'il a été dit, on voit les globules blancs assez régulièrement disposés le long de la paroi. Comme dans le cas précédent, il s'est produit dans le capillaire 8 un espace vide de globules rouges, ainsi que le montre la figure. Là siégent quatre leucocytes, dont deux sont superposés l'un à l'autre. Partout ailleurs les hématies occupent le centre des tubes vasculaires. Les leucocytes sont très-rapprochés les uns des autres dans les conduits 5 et 9. Déjà on les voit se déformer, s'allonger, présenter des expansions sarcodiques qu'il est extrêmement facile d'étudier, surtout dans le vaisseau 8, là où n'existent pas de globules rouges. Ces expansions présentent les formes les plus diverses; il s'en trouve de quadrilatérales, de coniques, de cylindriques, etc. Leurs dimensions sont extrêmement variables et on les voit se diriger dans tous les sens possibles. La paroi des vaisseaux, très-visible, ne présente aucune espèce de dépression ni de perte de substance. Déjà sur plusieurs points des vaisseaux, notamment sur les parois des plus fins capillaires, tels que 1, 6, 7, 8, sont apparus de petits globules isolés, les uns dans des points où n'existait à l'intérieur du conduit vasculaire aucun leucocyte, les autres dans des points correspondants aux éléments blancs intravasculaires. Toutefois, jusqu'à ce moment de l'expérience, ces globules sont très-rares. Dans les espaces intervasculaires continuent à se montrer de nouveaux éléments globulaires.

Sept heures et demie. — Continuation de la production des globules à la périphérie des vaisseaux. Les éléments blancs ont cessé pour la plupart de produire des prolongements sarcodiques et je n'en ai vu aucun qui ait abandonné la position qu'il occupait. Même dans l'espace libre du vaisseau 8, les leucocytes sont restés à la même place.

Huit heures et demie. Le long des vaisseaux, les globules s'accumulent en quantité considérable. Ceux qui naissent là où des leucocytes existaient déjà contre la paroi ne se forment pas près de cette paroi, mais se superposent à ceux qui déjà s'y trouvaient accolés. Comme dans la première expérience, on les voit non-seulement le long de la paroi vasculaire visible, mais également dans les plans perpendiculaires aux conduits sanguins, de sorte qu'ils forment autour de ces canaux de véritables anneaux de globules. Les espaces intervasculaires commencent à devenir granuleux. Quant aux leucocytes intravasculaires, ils restent tout à fait stationnaires, et je ne les vois point abandonner la cavité des capillaires.

Neuf heures et demie. Les espaces intervasculaires deviennent de plus en plus granuleux ; j'arrête là l'expérimentation.

3e Expérience. — Ma troisième expérience porte sur des vaisseaux de plus gros calibre et sur des capillaires. Les vaisseaux de gros calibre sont munis de noyaux dirigés transversalement à l'axe, et que je considère comme ceux des éléments contractiles de ces conduits. D'après la direction du courant et l'absence de pulsations, je pense qu'il s'agit de petites veines, bien que l'on puisse également les considérer comme des capillaires de la deuxième variété de Ch. Robin. Au reste, la direction du courant ne peut compter ici que pour le début de l'expérience, car, comme je le dis plus loin, ici, de même que dans les expériences antérieures, le courant a changé plusieurs fois sa direction.

La figure présentée par la préparation est reproduite dans le dessin n° 3. Comme dans les dessins antérieurs, les vaisseaux sont désignés par des chiffres et les espaces intervasculaires par des lettres. Au début, le courant sanguin se fait d'X en Y. La structure et la texture du péritoine ne présentent rien de parti-

culier à noter. Le vaisseau 1, 2, 8 est une veinule ou plutôt un capillaire de deuxième variété où l'on trouve les noyaux dont j'ai parlé plus haut.

L'expérience est commencée à *dix heures du matin*, et jusqu'à *midi et demi* rien ne s'est produit digne d'être noté. A ce moment, j'ai constaté un rétrécissement du vaisseau 2, puis bientôt après des élargissements partiels, de telle sorte que le conduit devient moniliforme; toutefois, les parois restent très-visibles. Dans ce vaisseau, on voit parfaitement passer les éléments cellulaires blancs et rouges, mais les leucocytes se rencontrent non-seulement le long des plans latéraux qui limitent le tube, mais bien aussi le long des plans supérieurs et inférieurs, ainsi qu'on peut s'en assurer en faisant varier le point du microscope au moyen de la vis micrométrique. La couche inerte dans ce conduit forme donc un véritable tube creux au sein duquel circulent les hématies. Comme dans les autres expériences et comme dans les vaisseaux plus petits de la préparation, on peut voir que les leucocytes ont un mouvement beaucoup moins rapide que celui des globules rouges, et que, de plus, ils roulent le long des parois vasculaires.

Une heure. La circulation se fait dans le sens opposé et marche par le fait d'Y en X. Elle persiste ainsi environ vingt minutes pour reparaître dans le sens où elle se faisait d'abord. Viennent ensuite les alternatives de changement de circulation déjà indiquées dans mes autres expériences.

Une heure et demie. Dans les plus petits vaisseaux, c'est-à-dire dans ceux numérotés 4, 5, 6, 7, il y a arrêt du courant sanguin; on distingue les leucocytes intravasculaires, et j'en trouve cinq dans le vaisseau 7, trois dans le vaisseau 6 et quatre dans le vaisseau 5. Je signale ces nombres pour faire voir ce qu'ils deviendront par la suite. Dans tous les vaisseaux où le courant s'est arrêté, on voit les globules remplir le calibre du conduit, et cette fois il ne s'est point formé d'espace libre comme dans les premières expériences. Le courant se fait alternativement dans l'un et l'autre sens dans les vaisseaux 1, 2 et 8, et c'est un balancement régulier qui se produit à ce moment. Les oscillations se font

de seconde en seconde ou à peu près ; les globules blancs renfermés dans les vaisseaux en question sont adhérents aux parois de ces conduits et ne sont plus entraînés par le mouvement du liquide ; certains d'entre eux cependant suivent encore ce mouvement.

Deux heures. Dans les espaces A,E,F,G, aux points L, se sont montrés des globules de la même manière que dans les autres expériences. Les leucocytes des vaisseaux 4, 5, 6, 7 commencent à se déformer, et ces déformations sont semblables en tous points à celles décrites plus haut. Arrêt du sang dans le vaisseau 2 et dans tous les autres. Ici les leucocytes sont le long des parois et tassés les uns à côté des autres en plusieurs rangées dans certains endroits. Ils forment les tas que Feltz a comparés aux rangées de boulets que l'on trouve dans les arsenaux. Continuation de la forme des globules dans les espaces intervasculaires.

Trois heures et demie. Apparition des déformations des globules blancs dans le vaisseau 1 ; la paroi de ce vaisseau qui est très-visible ne se modifie en aucune manière. On ne voit aucun globule s'insinuer à travers cette paroi. Bien que formant des expansions sarcodiques, les leucocytes n'ont point changé de position dans les conduits sanguins. Le long des parois des vaisseaux 4, 5, 6, 7 commencent à se montrer des éléments globulaires qui suivent les mêmes phases évolutives que celles décrites dans les autres expériences, et cependant, dans les vaisseaux 5, 6, 7, je reconnais toujours le même nombre de globules blancs, c'est-à-dire cinq dans le capillaire 7, trois dans le n° 6 et quatre dans le n° 5. Ceux qui se sont produits ne sont donc point venus de la cavité des capillaires en question. Apparition de globules dans l'espace D.

Quatre heures et demie. On commence à voir se produire, à la périphérie du vaisseau 2, des globules semblables à ceux des autres conduits. Ceux-ci n'ont point été vus dans l'épaisseur de la paroi, mais sont bien apparus directement en dehors du vaisseau.

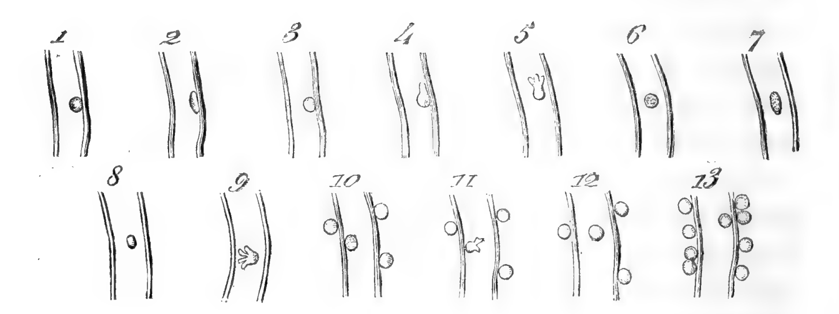
Cinq heures et demie, six heures et demie, sept heures, huit heures. Rien de spécial à signaler ; les espaces deviennent très-granuleux, puis ces granulations affectent la forme globulaire, et l'expérience est discontinuée.

4e **Expérience.** — Je ne rapporte cette expérience que pour montrer les déplacements que peuvent faire les leucocytes dans l'intérieur des capillaires, alors que la circulation s'est arrêtée. Tous les phénomènes autres sont en effet semblables à ceux que j'ai racontés tout au long dans les expériences antérieures.

L'expérience avait été commencée à *deux heures* de l'après-midi, et la circulation s'était arrêtée d'une manière définitive à *six heures* dans le vaisseau considéré. Mais, comme le fait s'était déjà produit dans d'autres cas, un espace privé de globules rouges existait ici, espace dans lequel il n'y avait qu'un seul élément blanc. Voici les phénomènes qu'il m'a présenté et que je signale tout particulièrement à l'attention, car, pendant la production de ces phénomènes, des globules de nouvelle formation se sont montrés en assez grand nombre le long des parois vasculaires correspondant à l'espace libre où se trouvait le leucocyte dont il s'agit.

Six heures. Le globule en question est accolé à la paroi droite du capillaire, il est sphérique à ce moment et se trouve dans ce point depuis un certain temps, car je l'avais remarqué là avant même la cessation du courant, qui n'a pu le détacher de la paroi vasculaire.

Cinq minutes après l'arrêt, on le voit s'allonger et devenir ovoïde, mais de telle sorte que son grand axe est parallèle à l'axe même du capillaire dans lequel il se trouve inclus. La position et



le changement de forme sont représentés dans les figures ci-dessous. A *six heures neuf minutes* il redevient sphérique, mais ne quitte point sa position première. *Six heures dix minutes.* Il

change de nouveau de forme et pousse un prolongement quadrilatéral dirigé dans le sens de l'axe du capillaire, puis ce prolongement se trifurque. Jusqu'ici tous ces phénomènes se sont produits sur place. *Six heures douze minutes.* Le globule quitte sa position première et s'avance vers l'axe du vaisseau ; arrivé au centre de figure de ce conduit, trajet qu'il a accompli en six secondes environ, il s'arrête, puis reprend sa forme primitive sphérique. Il reste là jusqu'à *six heures quinze minutes.* A ce moment il redevient elliptique, et son grand axe se trouve toujours dirigé dans le sens longitudinal du conduit sanguin. *Six heures seize minutes.* Reprise de la forme sphérique sans changement de situation. *Six heures dix-sept minutes.* Formation d'un prolongement quadrilatéral dont l'extrémité libre est munie de quatre pointes allongées ; ce prolongement est dirigé vers la paroi gauche du vaisseau. *Six heures dix-neuf minutes.* Le globule, immobile jusque-là, marche vers la paroi gauche, l'atteint, s'y fixe et reprend encore sa forme sphérique normale. Pendant que se sont produits ces changements de forme et ces évolutions du leucocyte considéré, il s'est formé, le long des parois droite et gauche du vaisseau et en dehors de ces parois, des globules qui sont au nombre de deux pour la paroi droite et de un pour la paroi gauche.

Six heures vingt et une minutes. Le globule intravasculaire s'allonge de nouveau, pousse des prolongements dirigés vers le centre du conduit sanguin et finit par gagner de nouveau la ligne axile de ce conduit. Là il se fixe encore en redevenant sphérique, puis à *six heures trente*, il recommence ses changements et ses pérégrinations pour aboutir, à *six heures trente-deux*, à la paroi droite du capillaire, un peu au-dessus du point d'où il était parti au commencement de tous ces déplacements. Depuis ce moment, il est resté là complétement stationnaire et ne variant plus dans sa forme. Il m'a semblé, cependant, que dès ce moment j'avais vu se produire un noyau dans son intérieur ; mais je ne suis pas suffisamment assuré du fait pour l'affirmer d'une manière positive. Pendant cette seconde migration du leucocyte considéré, c'est-à-dire pendant tout le temps qu'il a mis à aller de la paroi gauche à la paroi droite, de nouveaux éléments blancs se sont montrés le long

des ces parois, à savoir : trois le long de la paroi gauche, deux le long de la paroi droite.

Dans tous les autres phénomènes de l'expérience, il n'y a rien de particulier à signaler, et tout s'est passé d'une manière semblable à ce que j'ai décrit dans les cas précédents.

5e Expérience.— Je relate cette cinquième expérience eu égard aux vaisseaux sur lesquels elle a porté. Ici, en effet, il ne s'agit plus de capillaires d'un volume plus ou moins considérable, mais bien d'artères et de veines. La préparation étudiée est représentée dans la figure n° 4 (pl. X). On y voit au centre une artère A, accompagnée de deux veines satellites. Ces deux veines communiquent entre elles par deux rameaux veineux, puis elles reçoivent des branches veineuses venues de loin. Les deux veines satellites de l'artère sont désignées par V et V', les autres rameaux par des chiffres, enfin les espaces intervasculaires par des lettres. Le tissu péritonéal ne présente rien de particulier à noter ; toutefois, dans certaines parties on trouve des vésicules adipeuses entourées de capillaires sanguins. La structure des vaisseaux est facile à examiner et l'on distingue très-nettement les trois tuniques dans les gros tubes ; l'artère se reconnaît très-facilement par sa position, par la direction du courant, par la présence des mouvements saccadés du liquide qu'elle renferme, enfin par la plus grande épaisseur de sa tunique musculeuse. Dans la tunique adventice des veines, on distingue très-bien les corpuscules du tissu conjonctif connus sous le nom de corps fibro-plastiques étoilés de Ch. Robin et que Virchow et Morel appellent cellules plasmatiques. Ces éléments cellulaires sont chargés de pigment noir. Le courant se dirige dans l'artère de X en Y, il va dans le sens opposé dans les veines.

L'expérience est commencée à *midi* et à ce moment la circulation se fait dans tous les vaisseaux. La vitesse est considérable, surtout dans les grandes veines, et dans ces conduits il est de toute impossibilité de distinguer les globules, à cause de la rapidité du courant. Les choses persistent ainsi jusqu'à *quatre heures et demie* sans présenter aucune modification appréciable. A ce moment la circulation se ralentit dans les vaisseaux afférents des

veines V et V′ et surtout dans les conduits 6 et 7 qui ne sont que des capillaires; il semble que ceux-ci aient déjà subi un rétrécissement.

Cinq heures et demie. Le courant se ralentit plus spécialement dans l'artère A; on peut apercevoir que les leucocytes roulent également ici le long des parois vasculaires en formant la couche inerte; l'artère s'est contractée du reste. Dans les veines V et V′ le courant semble avoir toujours la même rapidité; cependant on commence, vers *six heures*, à reconnaître les leucocytes le long des parois. Dans le vaisseau 8 le courant a changé de direction; il est arrêté dans les vaisseaux 6 et 7, et le phénomène du balancement se produit dans le conduit 5. Les leucocytes dans tous les canaux en question sont placés le long des parois.

Six heures et demie. Déformation des globules blancs dans les vaisseaux 6 et 7. Production des expansions sarcodiques. Arrêt de la circulation en 5 et 8. Ralentissement dans les veines V et V′ ainsi que dans l'artère. Tous les tubes vasculaires présentent des alternatives de dilatation et de rétrécissement.

Sept heures. Changements de forme des leucocytes dans les vaisseaux 5 et 8. Apparition d'un globule dans l'espace A. La circulation persiste dans l'artère et les grandes veines, mais se fait avec beaucoup de lenteur; on voit des éléments blancs se fixer aux parois des veines et ne plus être entraînés par le courant sanguin.

Sept heures et demie. Après avoir présenté le phénomène du balancement et dans l'artère A et dans les veines V et V′, le courant s'arrête définitivement. Des globules sont déjà apparus dans les espaces A, B, C, D. Les parois de l'artère et des veines ne présentent rien de particulier. Les corps étoilés ne se sont modifiés en aucune façon.

Huit heures et demie. Les leucocytes et de l'artère et des veines sont massés le long des parois vasculaires en dedans des conduits et forment plusieurs rangées disposées les unes contre les autres.

Neuf heures. Des déformations se produisent sur les globules blancs et pendant tout ce temps des leucocytes se sont montrés

dans les espaces intervasculaires. Rien ne se manifeste du côté des parois.

Dix heures. Aucun changement. Cessation des productions amiboïdes dans les petits vaisseaux ; elles continuent encore dans les veines V et V'. On commence à voir se former, le long des parois des veines V et V' qui ne sont pas voisines de l'artère, des éléments cellulaires de distance en distance.

Onze heures. Arrêt des expansions sarcodiques dans les gros vaisseaux. Augmentation du nombre des globules qui apparaissent le long des grandes veines; quelques-uns se montrent entre les veines et l'artère. Les espaces intervasculaires deviennent très-granuleux.

Minuit. Tout autour des veines se forment en abondance des globules blancs. Ceux qui sont renfermés dans les vaisseaux n'ont pas changé de position.

Une heure du matin. Tous les espaces sont remplis de globules, et je cesse l'expérimentation.

Je termine ici l'exposé des expériences faites sur les grenouilles. Bien que le nombre des cas étudiés sur ces animaux s'élèvent à quinze, je ne crois pas devoir rapporter les autres, car les phénomènes se sont toujours présentés de la même manière.

2me série. — Expériences sur les souris.

Je n'ai fait que deux expériences sur ces animaux, et cela à cause de la difficulté de les maintenir vivants. Toutefois, ces deux expériences doivent être rapportées ici, car elles ont donné des résultats qui ne manquent pas d'intérêt. Ici, il est un peu plus difficile de distinguer les globules blancs des hématies, puisque la figure, vue par projection, est la même pour ces deux espèces d'éléments; toutefois le volume plus considérable des leucocytes, leur couleur, leur situation dans l'intérieur des vaisseaux, permettent de ne pas confondre les deux espèces de cellules dont il est question. Contrairement à ce qui existe chez les grenouilles, les leucocytes des souris ont un volume plus considérable que celui des globules rouges; tandis, en effet, que les hématies

mesurent $0^{mm},006$ à $0^{mm},007$, on voit certains des globules blancs aller jusqu'à $0^{mm},008$ et même $0^{mm},009$. Les vaisseaux capillaires et autres ne diffèrent pas dans leur structure et dans leur texture de ce qu'ils sont chez les grenouilles.

1re Expérience. — La souris préparée par le procédé ordinaire est mise en expérimentation à *deux heures* après-midi. La portion du péritoine choisie montre la figure représentée dans le dessin nº 5 (pl. X). On y voit des capillaires très-petits dans lesquels il ne passe à la fois qu'un seul globule rouge, puis un capillaire plus considérable mesurant $0^{mm},02$, et dans lequel passent de front deux et même parfois un plus grand nombre d'hématies. Le tissu péritonéal ne présente rien de particulier à noter, mêmes éléments anatomiques entrant dans la structure, à savoir : fibres lamineuses, fibres élastiques très-rares, corpuscules du tissu conjonctif (corps fibro-plastiques fusiformes et noyaux embryo-plastiques de Ch. Robin). Au moment où commence l'expérimentation la circulation persiste dans tous les vaisseaux et dans les plus fins capillaires, ceux-là qui sont désignés par les chiffres 1 et 2, il est facile de compter les éléments cellulaires, rouges et blancs qui sont en circulation. De la sorte on peut voir qu'il passe environ 18 à 24 globules rouges pour 1 globule blanc; mais ceci ne veut point dire que chacun des globules blancs est précédé et suivi de 18 ou 24 globules rouges, car parfois il arrive que plusieurs leucocytes passent ensemble, deux et même trois, puis qu'il passe ensuite un grand nombre d'hématies sans aucun élément blanc. Comme chez la grenouille les leucocytes suivent les parois des conduits sanguins et se meuvent en roulant sur ces parois; jamais on ne les voit marcher en glissant. Alors qu'aucun leucocyte ne sépare les globules rouges de la paroi des vaisseaux, on peut distinguer assez facilement un espace libre le long de cette paroi, espace qui est la couche inerte des auteurs, ou l'*espace blanc* de Feltz.

Deux heures. Après avoir présenté les phénomènes de changement de direction du courant, de balancement alternatif dans l'un et l'autre sens, toutes modifications qui vont jusqu'à trois heures et demie, la circulation s'arrête d'une manière définitive

dans les capillaires 1 et 2. Elle persiste toutefois encore dans les vaisseaux 4 et 5. Je n'ai pu remarquer qu'un léger rétrécissement dans ces derniers conduits, mais les canaux 1 et 2 n'ont pas subi cette modification. Par le fait de l'arrêt de la circulation il est resté dans le vaisseau 1 un espace privé de globules rouges et dans lequel deux leucocytes se sont maintenus accolés aux parois vasculaires.

Trois heures quarante minutes. Arrêt de la circulation dans les vaisseaux 3, 4, 5. Les leucocytes sont placés le long de la paroi ; les hématies semblent s'être rapprochées beaucoup de l'axe des tubes, de telle sorte que la couche inerte s'est accentuée de plus en plus. Ce phénomène, selon toute probabilité, est dû à la coagulation du sang dans l'intérieur des canaux.

Trois heures cinquante minutes. Dans l'espace B, dans l'angle formé par les vaisseaux capillaires 1 et 2, j'aperçois dans un point où n'existait aucun corpuscule du tissu conjonctif un globule qui apparaît de toutes pièces. Il mesure tout d'abord 1 division du micromètre, soit $0^{mm},003$, puis grossit rapidement. Dans le vaisseau 1, dans cette partie où s'est produit un espace vide de globules, on voit les deux leucocytes se déformer, devenir ovoïdes, puis triangulaires, puis pousser de tous les points de leur périphérie de petites élevures qui leur donnent l'aspect de véritables framboises. Ils reprennent ensuite leur forme primitive, puis envoient, dans l'axe même du conduit sanguin, des expansions qui se bifurquent ou se trifurquent ensuite. Alors ces globules se meuvent dans l'espace où ils étaient confinés et dans le sens de l'axe vasculaire.

Quatre heures et demie. Les éléments blancs qui sont environnés de globules rouges, dans les vaisseaux 1 et 2, se sont modifiés également dans leur forme, mais d'une manière beaucoup moins accentuée que ceux dont je viens de parler. Je ne les ai vus que devenir ovoïdes, puis triangulaires, et ils n'ont pas poussé de prolongements ou expansion semblables à celles que je viens de signaler plus haut. Les leucocytes de l'espace vide du vaisseau 1 continuent leurs modifications de forme et leur marche qui est très-variable ; on les voit, en effet, aller dans un sens, puis rebrousser chemin ensuite. Dans l'espace intervasculaire A, au

point L′ se montre un globule qui s'est produit indépendamment de tout autre élément anatomique.

Cinq heures. La souris succombe à ce moment.

2ᵉ Expérience. — La figure vue est représentée dans le dessin nº 6. On y voit en V une petite veine dans la paroi de laquelle on peut facilement distinguer les noyaux des muscles lisses qui l'entourent. De ce vaisseau part un tube vasculaire qui se subdivise de manière à présenter un système de canaux de dimensions diverses. On y trouve, en effet, des conduits dans lesquels passent plusieurs globules de front, ce sont les nºs 1, 2, 3, 4, 5, 6; d'autres, les nºs 7 et 8, où l'on ne voit marcher qu'un seul globule. Nous avons donc ici des capillaires de volumes divers, puis une veinule, ou plutôt un capillaire de la deuxième variété de Ch. Robin. La direction du courant dans le vaisseau V, se fait d'X en Y, et dans les petits conduits elle est telle que le sang se dirige vers le vaisseau V où il se jette. Comme dans l'expérience précédente, il est très-facile de suivre le mouvement des éléments cellulaires dans les petits vaisseaux; mais dans le conduit V, il est, au début de l'expérience, à peu près impossible de distinguer les globules les uns des autres à cause de la grande rapidité du courant. L'expérience commence à *trois heures* après-midi.

Quatre heures, *quatre heures et demie*. Rien ne s'est encore produit si ce n'est un ralentissement général de la circulation.

Cinq heures. Arrêt du courant dans tous les capillaires. Le sang continue à se mouvoir dans le vaisseau V, mais le mouvement est devenu beaucoup plus lent, et il est facile de distinguer à ce moment les leucocytes des éléments rouges. Dans ce vaisseau comme dans les autres les cellules blanches du sang sont placées le long des parois.

Six heures. Déformation des leucocytes dans les vaisseaux capillaires. Apparition dans l'espace A d'un globule au point L. Le sang s'arrête dans le vaisseau V.

Six heures et demie. Le globule L a beaucoup grossi, il mesure $0^{mm},007$, et d'autres, semblables à lui, se sont formés en L′, L″ dans l'espace B. Les déformations des leucocytes continuent à se faire dans les capillaires, elles n'ont pas apparu encore dans la veine.

Six heures quarante minutes. Le globule L se déforme, il pousse, dans la direction du vaisseau 6, une expansion qui, d'abord triangulaire, se déforme à son tour et devient semblable à un trident. Sur le vaisseau 7, le long de la paroi qui limite l'espace B et dans un point où il n'y a pas de leucocytes dans le vaisseau, un globule apparaît.

Six heures cinquante minutes. L'expansion sarcodique qui s'est produite sur le globule L a disparu, et cet élément anatomique a repris la forme primitive.

Sept heures. Déformation des globules blancs dans le vaisseau V. On voit naître plusieurs éléments cellulaires dans les espaces intervasculaires, mais à *sept heures quinze minutes*, la mort de l'animal empêche la continuation des recherches.

3me série. — Expériences sur les chats nouveau-nés.

Sur les petits chats, j'ai fait un nombre assez considérable d'expériences, 18, se rapportant au sujet que je traite ici. Toutefois, comme je ne veux en aucune manière reproduire une description ou plutôt une relation qui est à peu de chose près toujours la même, puisque les phénomènes observés se ressemblent presque complétement, je me contenterai de rapporter ici trois de ces expériences qui me paraissent suffisantes pour établir ce que j'ai vu, en étudiant l'inflammation péritonéale chez les animaux en question. Les autres expériences, du reste, m'ont toujours, à peu de chose de près, fait voir les mêmes modifications dans le tissu enflammé.

1re Expérience. — Un chat de quatre jours est préparé par le procédé indiqué ci-dessus. Le péritoine étalé, je cherche un lieu d'observation qui ne me donne que des capillaires de petit volume et j'arrive à la préparation qui est représentée dans le dessin n° 7. On y voit des conduits sanguins mesurant 0mm,009, et dont la paroi est accusée d'une manière très-nette par deux lignes parallèles entre elles. Ces vaisseaux ne laissent passer qu'un seul élément globulaire, soit rouge, soit blanc. Cependant il arrive parfois que deux globules rouges placés de champ s'engagent ainsi dans

e canal et marchent de la sorte pendant un certain temps. Le tissu péritonéal est ici toujours semblable à ce que nous avons vu chez les grenouilles et les souris : épithélium assez peu visible, fibres lamineuses disposées sans ordre et sans former de faisceaux de fibres, fibres élastiques assez rares ; aucune vésicule adipeuse ne se rencontre dans le point choisi pour l'étude. Comme toujours je désigne les vaisseaux par des chiffres et les espaces intervasculaires qu'ils circonscrivent par des lettres. Au début de l'expérience, qui est commencée à *neuf heures du matin*, la circulation existe dans tous les vaisseaux. La direction générale est de X en Y. Le courant fait voir les globules rouges passant, comme je l'ai dit plus haut, la plupart du temps un à un dans les vaisseaux, et laissant entre eux et la paroi vasculaire un léger espace incolore. Leur forme est très-facile à apprécier ; car, dans leur marche, on les voit fréquemment basculer sur eux-mêmes, circonstance qui permet de reconnaître leur figure discoïde. Les globules blancs passent toujours isolés et paraissent, en traversant les conduits où ils se meuvent, être toujours plus rapprochés de l'une ou de l'autre des parois vasculaires. De plus, ils roulent sur eux-mêmes le long de cette paroi. La circulation se fait avec lenteur, et il est possible de compter les éléments globulaires qui passent dans un vaisseau dans un temps donné ; c'est ainsi que l'on peut voir passer dans une minute environ 120 globules rouges et, au milieu de ceux-ci, de 5 à 8 globules blancs.

Jusqu'à *dix heures*, les choses marchent sans aucune modification, mais à ce moment le courant change de direction et il semble que les vaisseaux ont diminué de diamètre ; toutefois, cette diminution est très-peu de chose, puisqu'elle n'est accusée que par à peu près une demi-division du micromètre, ce qui représente un peu plus de $0^{mm},001$. Pendant une demi-heure le courant continue à se faire d'Y en X, puis à ce moment il reprend sa direction primitive d'X en Y. A ce moment également sa rapidité a diminué et il ne passe plus guère par minute que 60 à 70 globules rouges.

Onze heures. Le courant change de nouveau de direction, puis ces changements se montrent d'une manière continuelle en se produisant de plus en plus rapidement, de telle sorte qu'à *onze*

heures dix minutes, après avoir présenté le phénomène du balancement, le courant a cessé dans tous les vaisseaux considérés. A ce moment, on voit que les capillaires se sont élargis, et que leur dimension surpasse de 0^{mm},001 environ celle qu'ils possèdent à l'état normal. La stase sanguine s'est produite d'une manière tout à fait remarquable ; dans le vaisseau 6 il n'existe aucun globule rouge, mais on y rencontre un leucocyte ; dans le vaisseau 5, on trouve un grand espace où pas un globule rouge ne s'est arrêté, et où l'on rencontre trois leucocytes ; enfin dans le vaisseau 2 un espace semblable où l'on voit deux globules blancs d'une manière tout à fait distincte. Cette stase sanguine se produisant de la sorte nous fournit donc le moyen d'étudier, d'une manière aussi complète que possible, ce qui va se passer ultérieurement.

Onze heures dix minutes. On voit se former, et dans l'espace E et dans l'espace A, aux points L et L', des points sphériques qui apparaissent dans des endroits du péritoine où il n'y a aucune cellule du tissu conjonctif. Ces globules, qui dès leur apparition mesurent 0^{mm},001, et qui, malgré leur petit volume à ce moment, sont très-bien accentués, ces globules, dis-je, s'accroissent très-rapidement et de telle manière qu'à *onze heures trente minutes* on les voit mesurer 1 division du micromètre, soit 0^{mm},003. En même temps qu'on les voit s'accroître de la sorte, il est facile de distinguer dans leur intérieur une certaine quantité de granulations grises.

Midi. A ce moment, diverses modifications surviennent, et elles portent et sur les vaisseaux et sur les espaces intervasculaires. Pour ce qui est des vaisseaux, et particulièrement des capillaires 2, 5, 6, voici quels sont les phénomènes que m'ont présentés les leucocytes renfermés dans ces tubes, là où n'existait aucun globule rouge. Dans le vaisseau 6, le leucocyte qui s'y trouve, et qui est toujours à cette partie de la paroi vasculaire qui limite l'espace E, commence à s'allonger dans le sens de l'axe de ce conduit, de telle sorte qu'il s'applique plus complétement le long de la paroi ; il reste ainsi pendant quatre minutes, puis redevient tout à fait sphérique, mais sans abandonner la position qu'il occupait d'abord. Trois minutes après il s'allonge de nouveau, mais au

lieu de prendre la forme ovoïde, il revêt celle d'un triangle isocèle très-allongé. Bientôt la base du triangle qui était rectiligne dès le principe s'incurve de manière que la concavité de la courbe qu'elle décrit regarde le corps même du globule, puis le sommet se divise en deux parties qui se séparent l'une de l'autre sur une étendue qui peut être évaluée aux deux tiers du triangle isocèle dont j'ai parlé ; chacune de ces deux branches se bifurque à son tour ou plutôt il en part de petits prolongements qui, au lieu d'avoir la direction primitive des expansions du leucocyte, lesquelles étaient parallèles à l'axe du vaisseau, se portent dans le sens tranversal. Après quelques minutes, le globule se déplace et suit une trajectoire telle qu'il s'avance vers le vaisseau 4, et que de plus il se rapproche de la paroi du capillaire 6, qui limite l'espace C. Après avoir progressé de la sorte dans une longueur de chemin égale à 6 divisions du micromètre, c'est-à-dire à $0^{mm},019$, il se fixe dans cette position et reprend quelques instants après sa forme primitive sphérique. Des faits semblables se produisent sur les globules blancs des vaisseaux 5 et 2, et pendant ce temps j'ai vu apparaître dans les espaces A et C des globules nouveaux, procédant dans leur évolution d'une manière en tous points semblable à celle dont avaient procédé les globules L et L' des espaces A et E.

Midi et demi. Dans tous les capillaires de la préparation, les leucocytes y renfermés se déforment, mais on ne peut y rencontrer de prolongements aussi accentués que dans les globules des vaisseaux 2, 5, 6, dont je viens de raconter les faits et gestes. De plus, ceux-ci même ont recommencé leurs évolutions et leurs déformations, les uns progressant dans le sens où déjà ils avaient marché, tel est le cas du leucocyte du vaisseau 6, les autres revenant sur leurs pas, comme le fait s'est produit dans les vaisseaux 2 et 5.

Une heure. Continuation des déformations des globules dans les capillaires. Apparition constante de nouveaux éléments blancs dans les espaces en dehors des vaisseaux.

Une heure et demie. Sur la paroi du vaisseau 6 que limite l'espace C, je vois apparaître une petite saillie sphérique, mesurant

environ $0^{mm},001$, dès son apparition. Cette saillie ne se présente point dans un endroit correspondant au lieu où se trouve situé le globule blanc intravasculaire ; elle en est complétement indépendante par le fait. On la voit augmenter rapidement de volume, de telle sorte qu'à *une heure quarante minutes*, elle mesure 2 divisions du micromètre, soit $0^{mm},006$. A la même heure, le long de la paroi du vaisseau 3 qui limite l'espace A, se montre une petite saillie analogue à la précédente et qui, elle, correspond à un globule blanc déformé. Cet élément nouveau suit les mêmes phases que le précédent. Dans plusieurs régions de la préparation, on voit ainsi se montrer le long des parois vasculaires de petites saillies sphériques, les unes correspondant à des leucocytes intravasculaires, les autres apparaissant dans des points des parois où n'existent pas les leucocytes.

Deux heures et demie. Le phénomène de la production de nouveaux éléments blancs continue à se manifester. On les voit maintenant apparaître en assez grand nombre ; mais ici il importe de faire ressortir que ces leucocytes de nouvelle formation se montrent sur tous les points de la circonférence du cylindre vasculaire, de telle sorte qu'on en voit occupant le plan vertical de l'axe même du tube sanguin, d'autres s'écartant plus ou moins de ce plan axile, de façon que, quand ils se trouvent ainsi placés, il peut se faire qu'ils paraissent être en partie contenus dans le vaisseau lui-même et en partie dans l'épaisseur de la paroi. Il n'en est rien cependant, car il est facile, au moyen de la vis micrométrique, de changer le point de l'instrument grossissant et de s'assurer de cette manière du plan horizontal auquel appartiennent les éléments blancs en question. Mais il ne s'en forme pas seulement de la sorte, et dans la position que je viens de signaler, autour des vaisseaux où les leucocytes de nouvelle formation correspondent à des leucocytes intravasculaires. Dans les parties où ne se rencontrent pas les globules blancs, le même fait se produit, notamment autour des vaisseaux 2, 5, 6, dont les leucocytes intravasculaires sont toujours visibles.

Trois heures et demie. Depuis ce moment de l'expérience jusqu'à sa fin, qui eut lieu à neuf heures du soir, c'est-à-dire douze

heures après son début, les globules blancs ont continué à se produire le long des conduits sanguins et dans les espaces intervasculaires. Autour des vaisseaux, les nouveaux éléments ont formé des rangées, et ceux-là qui apparaissaient en dernier lieu ne se montraient point contre la paroi des capillaires, mais bien contre les globules nés les premiers et loin des capillaires. De *quatre à cinq heures*, la production des leucocytes dans les espaces intervasculaires s'est beaucoup ralentie, puis à ce moment il s'en est formé de nouveau. A *cinq heures et demie*, les espaces sont devenus très-granuleux et ont perdu leur transparence, de telle sorte que, vers huit heures, la préparation était recouverte d'une quantité considérable de globules, et que les espaces présentaient l'aspect de celui qu'on peut voir dans le dessin n° 8. Je poursuivis encore, mais je n'ai point vu les leucocytes intravasculaires sortir des tubes où ils se trouvaient renfermés. Tous, notamment ceux des vaisseaux 2, 5, 6, sont restés dans la situation qu'ils avaient prise après leurs changements de forme et leurs évolutions dans la cavité même des capillaires. Enfin les parois de ces capillaires n'ont rien montré de particulier.

2e Expérience. — La figure représentée par le dessin n° 9 est celle sur laquelle porte la deuxième expérience sur les jeunes chats.

Dans cette figure on voit un gros vaisseau se bifurquer en un point de son étendue et paraissant revenir sur ses pas. Ce vaisseau mesure $0^{mm},07$. La paroi a une dimension de $0^{mm},11$, et cette paroi est constituée d'une manière très-nette par trois tuniques distinctes. L'externe est formée de fibres lamineuses ou conjonctives ; la moyenne est parsemée de noyaux ovalaires dont le grand axe est dirigé dans le sens transversal du vaisseau ; enfin, dans l'interne on rencontre de distance en distance de petits noyaux également ovalaires dont le grand axe est parallèle à l'axe même du conduit sanguin. Dans ce vaisseau on ne constate point de pulsations, et la direction du courant est telle qu'elle va des branches de bifurcation vers le tronc. En 1 on voit un autre vaisseau, mais à une seule tunique et qui admet de front plusieurs globules rouges ; il mesure $0^{mm},02$. Ce conduit paraît se

jeter dans le grand tube V, bien qu'à son niveau la paroi de ce tube ne soit pas interrompue. Cependant, comme je ne le vois pas reparaître de l'autre côté du vaisseau V, je pense que son embouchure est située dans le plan inférieur de la paroi. Il résulte de la description ci-dessus que les conduits en question sont, ceux désignés par les lettres V, V′, V″, V‴, des veinules ou capillaires veineux de la troisième variété de Ch. Robin, et celui désigné par 1, un capillaire de la première variété. Le tissu péritonéal ici ne ressemble plus à celui des autres expériences. En effet, de la paroi des gros vaisseaux partent des faisceaux de fibres lamineuses qui réunissent entre elles les deux parois des vaisseaux V, V‴, comme on le voit dans le dessin. Dans le voisinage de ces faisceaux fibreux, on rencontre des corpuscules du tissu conjonctif en plus grande abondance que dans les autres parties du péritoine.

L'expérience est commencée à *neuf heures* du matin. A ce moment, la circulation est très-rapide dans les conduits vasculaires, à tel point que c'est avec beaucoup de peine qu'on peut distinguer de temps à autre un ou plusieurs leucocytes roulant le long de la paroi des canaux. Dans le capillaire toutefois, il est facile de les distinguer ainsi que la couche inerte qui limite les globules rouges dans les points où il n'y a pas de leucocytes. Cette circulation persiste sans aucune modification jusqu'à midi dans les gros tubes, mais dès *onze heures* elle a présenté dans le capillaire les phénomènes successifs du ralentissement, du balancement et de l'arrêt définitif qui s'est produit dans ce conduit à *onze heures cinquante minutes*. Je ne signalerai plus rien de ce qui se passera dans ce petit vaisseau, car ce que je pourrais en dire se rapporte complétement à ce que j'ai indiqué dans l'expérience précédente.

Midi. La circulation diminue de rapidité dans les vaisseaux V, V′, V″, et de plus il s'est produit une diminution notable dans les dimensions de ces canaux. C'est ainsi que le vaisseau V, qui mesurait au début de l'expérimentation $0^{mm},07$, ne mesure plus actuellement que vingt divisions du micromètre, soit $0^{mm},06$. Déjà il est plus facile de distinguer les éléments cellulaires sanguins, notamment les leucocytes, à cause du ralen-

tissement de la circulation. Toutefois le courant se fait toujours dans le même sens.

Une heure. Le vaisseau V a repris son calibre primitif, mais ce fait n'a pas entraîné à sa suite une augmentation dans la rapidité du courant; au contraire, cette rapidité a de nouveau diminué. A ce moment on peut très-facilement voir les globules blancs rouler le long des parois vasculaires. Déjà dans l'espace A s'est produit, loin de tout vaisseau, un globule L.

Une heure et demie. Le courant change de direction dans les gros vaisseaux et, pendant quelques instants, se fait très-rapidement.

Une heure quarante-cinq minutes. Il revient à sa direction primitive, et la veine, mesurée à ce moment, s'est accrue en dimension, elle a un diamètre égal à $0^{mm},08$.

Deux heures. Le balancement apparaît. Le vaisseau V montre un véritable tube interne formé par les leucocytes et au centre duquel on voit les globules rouges. Formation de leucocytes le long du capillaire. Des globules apparaissent dans l'espace B en L'', L'''.

Trois heures. Arrêt complet dans les gros vaisseaux.

Trois heures et demie. Le balancement reparaît, persiste dix minutes, puis tout s'arrête définitivement.

Quatre heures vingt minutes. Déformation des globules blancs dans les vaisseaux V, V', V''. Ici, ils ne présentent pas seulement des modifications générales de leur figure géométrique, mais on les voit pousser des expansions sarcodiques dirigées dans divers sens. Des globules continuent à se montrer dans les espaces intervasculaires.

Cinq heures. A ce moment, le long de la paroi du vaisseau V qui limite l'espace G, se forme un leucocyte qui, comme dans tous les cas que j'ai signalés jusqu'ici, est d'abord très-petit, puis augmente rapidement de volume. Dès ce moment, de nouveaux éléments blancs apparaissent le long des parois du vaisseau et de distance en distance. Vers six heures, on en voit naître de nouveaux qui ne touchent plus la paroi vasculaire, mais qui sont situés contre les premiers leucocytes apparus, et précisément contre

cette partie des éléments blancs qui ne correspond point au vaisseau. Par le fait de cette production incessante de globules blancs, on les voit former autour des vaisseaux des rangées disposées d'une manière assez régulière. Depuis cinq heures trente minutes, les leucocytes renfermés dans le canal vasculaire ont cessé de se mouvoir, et je n'ai vu aucune modification se produire dans l'épaisseur des parois du conduit. Aucun leucocyte ne m'est apparu non plus traversant ces mêmes parois, qui sont cependant restées visibles d'une manière complète. L'expérience est continuée jusqu'à minuit; elle a donc duré *quinze heures consécutives*. Bien que les espaces intervasculaires soient devenus très-granuleux et se soient remplis de leucocytes de neuf à dix heures, j'ai continué à examiner le procès pathologique, sans quitter un seul instant l'instrument, de manière à ne point laisser inaperçu le passage des leucocytes à travers les parois s'il venait à se faire. Je n'ai constaté rien de semblable.

3ᵉ Expérience. — Dans cette expérience, la dernière que je veuille raconter, tous les phénomènes que j'ai décrits jusqu'ici se sont produits de la même manière. J'ai constaté le rétrécissement des canaux vasculaires, rétrécissement qui s'est produit et sur les veines et sur l'artère qui étaient en expérimentation, ainsi que le montre le dessin nº 10. A ce rétrécissement a succédé la dilatation, et pendant tout ce temps le ralentissement du courant se produisait dans les vaisseaux, soit veineux, soit artériel. Mais ici le courant n'a point changé de direction, et c'est le phénomène du balancement qui s'est produit avant la stase du sang. Ce balancement s'est fait quatre heures après le début de l'expérience, c'est-à-dire à six heures du soir, car la préparation avait été placée à deux heures sous le microscope. Il s'est accusé d'abord dans l'artère et a précédé celui de la veine de dix minutes. Enfin à sept heures, cinq heures après le commencement de la recherche, la stase sanguine est survenue d'une manière définitive. Sont venues ensuite les déformations des leucocytes situés ici comme dans les autres cas le long des parois vasculaires, puis l'apparition des éléments blancs dans les espaces. Dans ce cas j'ai pu suivre, sur deux globules de nouvelle formation, dans les espaces, des

changements de forme et l'apparition des prolongements amiboïdes. Mais, malgré ces faits, ces éléments n'ont point quitté le lieu où ils avaient pris naissance. Enfin, des globules se sont également fait voir le long des parois extérieures des vaisseaux, tout comme dans les expériences précédentes, mais ce n'est que vers minuit qu'ils ont apparu dans ces parties, environ dix heures après le commencement de l'étude du procès morbide. Au reste, pas plus ici que dans les cas précédents, je n'ai constaté de modifications dans les corpuscules du tissu conjonctif, et rien qui puisse ressembler à la prolifération admise par Virchow et ses disciples.

RÉSUMÉ DES EXPÉRIENCES.

Je puis maintenant faire l'exposition didactique des faits que j'ai observés.

Dans l'inflammation suppurative que l'on produit expérimentalement sur le péritoine des animaux, qu'il s'agisse d'animaux à sang froid, comme la grenouille, qu'il s'agisse au contraire d'animaux à sang chaud et plus particulièrement de mammifères, souris et chats nouveau-nés, les phénomènes du processus morbide se montrent ainsi qu'il suit :

Tout d'abord, pendant un temps plus ou moins considérable et qui varie suivant l'espèce animale considérée et suivant le diamètre des vaisseaux sur lesquels porte l'expérimentation, on ne voit se produire aucune modification. Le courant sanguin marche dans le sens où il marchait dès le début et la vitesse paraît être à peu de chose près la même. Mais au bout d'environ une heure à une heure et demie, chez les grenouilles, alors qu'il s'agit de petits vaisseaux, on remarque que le courant se ralentit manifestement et que de plus les canaux vasculaires ont diminué de volume ; s'agit-il, au contraire, de vaisseaux de plus gros calibre, le phénomène du retrait vasculaire met plus longtemps à se manifester, et il peut s'écouler de deux à trois heures avant sa production. Chez les mammifères, chats et souris, les choses marchent plus rapidement, et dans les petits vaisseaux c'est après une demiheure ou une heure que se manifeste la rétraction dont il s'agit.

A ce retrait vasculaire succède un ralentissement du courant sanguin de plus en plus marqué, ralentissement qui, dans les gros conduits, a pour effet de rendre distincts les éléments anatomiques en suspension dans le plasma, leucocytes et globules rouges, éléments qui, pendant que la circulation se produit d'une manière normale, ne peuvent être distingués facilement. Puis survient alors une dilatation vasculaire et, dans un grand nombre de cas, les vaisseaux, surtout les capillaires de la deuxième variété de Ch. Robin, c'est-à-dire ceux-là qui sont munis de fibres musculaires, présentent des alternatives de rétrécissement et de dilatation inégalement répandues sur leur longueur et prennent, en un mot, l'aspect moniliforme. La production de cette dilatation des vaisseaux suit à peu près d'une heure leur rétrécissement chez les grenouilles, une demi-heure à trois quarts d'heure chez les mammifères. Pendant ce temps le courant sanguin se ralentit toujours et dès ce moment il est facile, non-seulement de distinguer les leucocytes des hématies, mais bien encore de constater la présence de la couche inerte intravasculaire, de cette couche à laquelle Feltz a donné le nom d'*espace blanc*.

Dans la plupart des cas, quand il ne s'agit ni de veines ni d'artères, on voit alors le courant changer de direction, aller pendant un temps plus ou moins long, d'un quart d'heure à une demi-heure dans le sens nouveau, puis reparaître dans le premier sens et finalement présenter ainsi des alternatives de changement de direction dont l'intervalle de temps qui les sépare diminue de plus en plus. Au bout d'un certain temps les changements de direction sont si rapprochés les uns des autres, que le courant ne persiste dans le même sens que pendant la durée d'une seconde et même moins. C'est à ce phénomène que j'ai donné le nom de *balancement* que j'ai cru propre à rendre parfaitement ce qui se produit à ce moment dans les conduits vasculaires. Le balancement dont il est question apparaît dans les capillaires, chez la grenouille, de trois heures et demie à cinq heures après le début de l'expérience, chez les mammifères qui m'ont servi environ deux heures après ce même début.

Mais déjà pendant que le balancement se fait de la sorte, quel-

quefois avant son apparition, au moins dans le plus grand nombre des cas, on voit se former, dans les espaces intervasculaires, loin des conduits sanguins, des éléments globulaires nouveaux, éléments qui ne procèdent en aucune manière des corpuscules du tissu péritonéal, puisque ceux-ci sont restés sans modification aucune. D'abord très-petits, ces éléments globulaires augmentent rapidement de volume, puis, au bout d'un certain temps, ils ont atteint une dimension à peu de chose près égale à celle des leucocytes et se montrent finement granuleux. De plus, circonstance qui nous donne une idée aussi exacte que possible de leur nature, on les voit parfois se déformer, pousser des expansions sarcodiques ou amiboïdes en tout point semblables à celles qui se montrent sur les leucocytes renfermés dans les vaisseaux.

L'arrêt définitif de la circulation dans les conduits survient alors, arrêt qui a pour effet de montrer les éléments blancs le long des parois vasculaires dans tous les canaux où on les examine. Cet arrêt se produit plus rapidement dans les capillaires que dans les gros conduits, et chez les grenouilles il survient beaucoup plus tard que chez les mammifères. Mes expériences, en effet, m'ont fait voir que l'arrêt définitif de la circulation se produisait de cinq à six heures après le début dans les capillaires de la grenouille, et chez les chats et les souris de deux à trois heures après ce même début.

Dès lors c'est sur les vaisseaux eux-mêmes que doit être portée toute l'attention, bien que pendant ce temps on puisse voir se produire des leucocytes dans les espaces intervasculaires. Dans les vaisseaux, ces éléments anatomiques se déforment, deviennent ovoïdes, triangulaires, poussent des prolongements amiboïdes très-variables pour leur forme et leurs dimensions et même, s'il se trouve un espace libre de globules rouges au sein du conduit sanguin, se déplacent dans ce conduit en suivant des trajectoires très-irrégulières. Certaines de mes expériences, notamment l'expérience 4 sur les grenouilles, montrent d'une manière complète tous ces changements de forme et tous ces déplacements dont sont susceptibles les leucocytes intravasculaires. Mais ce qu'il y a d'important à faire ressortir, c'est que, malgré la production

des expansions sarcodiques, malgré l'apparition des mouvements amiboïdes, malgré le déplacement des globules blancs dans les vaisseaux, jamais je n'ai constaté leur sortie hors des capillaires, ni hors des canaux de plus gros calibre. Jamais je n'ai vu non plus la paroi vasculaire présenter de lésions, de solutions de continuité destinées à donner passage aux globules blancs.

Après tous ces phénomènes et même pendant que se produisent les faits et gestes des globules blancs dont je viens de parler, on voit apparaître le long des parois vasculaires ou, pour être plus explicite, le long de la face externe de ces parois, qu'il s'agisse de capillaires ou d'autres vaisseaux, on voit apparaître, dis-je, de petits points globulaires se présentant d'abord avec un très-petit volume, $0^{mm},001$, puis grossissant à vue d'œil. Ils sont rares d'abord le long de ces parois, puis leur nombre s'accroît et ils sont contigus les uns aux autres par la suite. Ils arrivent ainsi à former plusieurs rangées le long des parois en question, mais ce sont ceux-là qui sont le plus éloignés du conduit vasculaire qui apparaissent en dernier lieu. Fréquemment les globules dont il s'agit se montrent contre la ligne extérieure qui limite le vaisseau, tangents qu'ils sont à cette ligne, mais on peut en voir se produire de telle manière qu'ils se trouvent situés dans cette portion de la paroi vasculaire qui est dans le plan vertical du conduit sanguin. Dans ces cas, il semblerait *à priori* qu'ils se trouvent renfermés dans le vaisseau, si l'on n'avait eu soin de compter ceux qui s'y trouvaient d'abord, et si de plus, au moyen de la vis micrométrique de l'instrument grossissant, on ne s'assurait point du plan horizontal véritable qu'ils occupent. Bien plus, assez fréquemment, il s'en produit autour des capillaires qui sont situés de telle sorte qu'ils paraissent en partie inclus dans ce capillaire et en partie en dehors de lui. C'est encore en comptant les globules primitivement renfermés dans le canal examiné et en se servant de la vis micrométrique que l'on pourra s'assurer, et de la provenance et de la position véritable des leucocytes qui se montrent dans cette dernière situation. Le long des gros vaisseaux les leucocytes de nouvelle formation se produisent toujours dans des points correspondants à des leucocytes intravasculaires, mais le long des

capillaires, de ceux-là surtout qui ne donnent passage qu'à un seul globule rouge, il est loin d'en être toujours ainsi et le plus souvent, les leucocytes qui se montrent le long de la face externe de la paroi vasculaire ne correspondent à aucun des éléments blancs renfermés dans la cavité du vaisseau, ainsi qu'on l'a vu dans les expériences ci-dessus.

En dernier lieu tous les espaces deviennent granuleux et finalement se remplissent de leucocytes, de telle sorte que tous les vaisseaux sont englobés par les éléments qui se sont produits, et loin d'eux, et contre leurs parois. Même en poursuivant très-loin l'expérience, on ne voit à aucun moment les globules blancs intravasculaires abandonner la cavité du conduit dans lequel ils étaient renfermés.

CONCLUSIONS.

D'après les faits que j'ai relatés ci-dessus, on arrive aux conclusions suivantes, conclusions qui ne sont que l'exposé même de ces faits, et de ceux plus nombreux que je n'ai point rapportés, puisque j'ai fait en tout trente-cinq expériences.

La *production des leucocytes* dans le processus inflammatoire chez les grenouilles et les mammifères sur lesquels j'ai expérimenté *est un fait de genèse*, ou pour être plus explicite : *Les globules blancs se produisent directement, sans avoir été précédés d'autres cellules auxquelles on puisse les rattacher par voie de filiation.* Ces éléments anatomiques, en effet, ne viennent point des corpuscules du tissu conjonctif, et la théorie de Virchow qui fait naître les cellules du pus de ces corpuscules n'est pas l'expression de la vérité. Cette théorie, du reste, avait déjà été renversée par les travaux des auteurs qui se sont occupés de cette question, notamment par Cohnheim, Feltz et autres. Les corpuscules du tissu conjonctif, pendant toute la durée des expériences que j'ai rapportées ici, n'ont montré aucune modification ni dans leur volume ni dans leur structure. Les leucocytes que l'on voit dans les espaces intervasculaires, alors que l'on examine le tissu péritonéal enflammé, ne sont point ceux-là qui existaient primitivement dans les vaisseaux ; en un mot, *ils ne sont point sortis*

des vaisseaux. En effet, on voit se former des leucocytes très-loin des vaisseaux d'abord et l'étude de leur développement montre bien qu'*ils sont nés sur place*. Sans doute dans les capillaires, dans les veines et dans les artères mêmes, alors que la circulation s'est arrêtée, on voit se produire des déformations des globules blancs, on voit se former sur ces éléments des expansions sarcodiques ou amiboïdes, on voit même les leucocytes se mouvoir dans la cavité des canaux sanguins. Ces faits, du reste, sont connus depuis longtemps, et ont été décrits par Davaine et autres (voyez mon *Cours d'histologie* dans *la France médicale*, 1870). Mais malgré ces changements de forme, malgré ces pérégrinations intravasculaires des globules blancs, jamais je n'ai vu ces éléments franchir la paroi, ni des capillaires, ni des autres vaisseaux, pour se répandre dans les espaces intervasculaires. A mon sens une des grandes causes qui ont pu faire croire au passage des leucocytes à travers les parois vasculaires, c'est précisément leur apparition autour des vaisseaux dans des positions telles que souvent on les voit situés en partie dans le capillaire et en partie en dehors. J'ai assez insisté sur cette situation des globules blancs de nouvelle formation pour qu'il soit inutile de revenir encore sur ce sujet.

Enfin, en terminant, je crois pouvoir admettre que ce qui se produit chez les animaux chez lesquels j'ai expérimenté, se produit également chez les autres et même chez l'homme ; car, pour moi du moins, les lois de la biologie sont les mêmes dans tout le règne animal.

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE

SUR LE

PASSAGE DES LEUCOCYTES A TRAVERS LES PAROIS VASCULAIRES

ET SUR L'INFLAMMATION DE LA CORNÉE

(Présentée à l'Académie des sciences de Paris, le 6 juin 1870)

Par M. le Dr V. FELTZ

Lauréat de l'Institut, professeur agrégé et directeur des autopsies à la Faculté de médecine de Strasbourg.

Dans le travail que nous présentons aujourd'hui au public médical, nous complétons nos recherches sur le passage des leucocytes à travers les parois vasculaires en étudiant certaines particularités de la circulation dans le péritoine enflammé, la langue et le poumon, particularités dont il n'est pas fait mention dans notre mémoire de janvier dernier. Cette étude forme la première partie de la publication actuelle.

Dans la seconde partie, nous nous occupons uniquement des phénomènes qui caractérisent les différentes périodes de ce que l'on appelle l'inflammation de la cornée.

PREMIÈRE PARTIE.

§ 1. — Tentatives de coloration des leucocytes.

Dans notre mémoire du mois de janvier dernier, nous avons établi que des injections dans le sang de solutions aqueuses de bleu d'aniline ne donnaient lieu ni à des colorations des leucocytes, ni à la pénétration des poussières colorantes dans les stomates supposées des vaisseaux ou dans les globules blancs, ni à la présence de leucocytes chargés de matière bleue dans les éléments de nouvelle formation constatés dans des cornées de grenouille enflammées ; formation produite en même temps qu'eurent lieu les introductions de poussières étrangères dans la veine tégumenteuse du bas-ventre. Dans ce même travail, nous avons conclu

des expériences précitées, qu'il pouvait y avoir circulation de poussières dans les vaisseaux du péritoine et même formation d'embolies capillaires, par accumulation des corps étrangers circulant dans certains territoires. Depuis la publication de ces expérimentations, on a avancé de divers côtés que le bleu d'aniline était peu favorable à ce genre d'expériences, et que le cinnabre donnait de meilleurs résultats. Nous avons dû, en présence de ces affirmations, recourir à de nouvelles expériences.

Injectant dans un gros vaisseau d'une grenouille des poussières de cinnabre aussi fines que nous les avons pu trouver, et mettant à nu, immédiatement après, le péritoine de l'animal, il nous a été facile de constater que le cinnabre aussi pouvait circuler dans les vaisseaux péritonéaux, et même y déterminer des obstructions; mais, pas plus qu'avec l'aniline, nous n'avons vu de poussières dans l'intérieur des leucocytes renfermés dans les vaisseaux ou dans ceux que nous voyions hors des parois de ceux-ci. Nous avons vu quelquefois des grains étrangers accolés aux leucocytes ou aux globules rouges, mais jamais de pénétration ou de coloration réelle.

En opérant sur un gros vaisseau d'une grenouille, comme tout à l'heure, et en enflammant simultanément la cornée de l'animal par le passage à travers celle-ci d'un mince fil métallique, et en ne tuant le sujet de l'expérience qu'après la production de l'opacité à peu près complète de la cornée, il ne nous a jamais été possible de constater dans les éléments néoplastiques de la membrane cornéale de dépôts de cinnabre; nous nous permettons donc de conclure que le cinnabre pas plus que l'aniline ne colore les leucocytes.

Pour faire exactement comme Cohnheim, nous aurions dû pratiquer nos injections dans les sacs lymphatiques des grenouilles; mais nous devons avouer que, malgré des tentatives répétées par nous-mêmes et nos aides, il nous a été impossible de réussir à découvrir ces sacs. Cette modification du procédé opératoire de Cohnheim ne nous paraît pas devoir rendre compte des différences de nos résultats avec les siens; car, injecter dans le système lymphatique des poussières devant aller dans le sang, nous

paraît être la même chose, au point de vue des résultats, que l'introduction directe dans le torrent circulatoire sanguin.

§ 2. — Diverses particularités de la circulation dans le péritoine enflammé.

A propos de ces expériences, nous devons rendre compte au lecteur de toutes les péripéties par lesquelles nous avons passé pendant les quarante-huit heures d'observation consacrées par nous, notre maître, M. Michel, et nos élèves MM. Boucher, Blazer et Bussard, à ce genre d'études.

A un moment donné, nous avons remarqué, sur le péritoine d'une grenouille, des phénomènes qui, un instant, nous ont fait penser que le passage des leucocytes existait réellement ; nous avons, en effet, vu après vingt-six heures d'observation un certain nombre de leucocytes s'engager dans des pertuis qui paraissaient les conduire en dehors du vaisseau examiné. Nous devons au lecteur une explication nette et franche de notre illusion momentanée.

Comme nous l'avons établi dans notre premier mémoire, les globules blancs du sang s'accumulent d'abord le long de la paroi interne du vaisseau ; plus l'expérience dure, plus cet amas de leucocytes devient épais, plus le courant axial diminue d'épaisseur et plus s'accentuent les saillies intra-externes de la paroi du vaisseau ; à ce moment, les leucocytes paraissent infiltrer cette dernière, et ce n'est qu'en variant les tours de la vis du microscope que l'on voit que la ligne qui marque la paroi est parfaitement libre de tout élément. Il arrive quelquefois que des leucocytes bordant le courant axial, et encore entraînés par lui, s'engagent à un moment donné dans des lacunes existant entre les différents amas de globules blancs déjà immobilisés contre la paroi interne. Si l'on néglige de rechercher la limite externe du vaisseau en variant les mouvements de la vis du microscope, on jurerait que les éléments blancs dont il vient d'être question s'engagent dans des ostioles, et vont se perdre dans les amas de leucocytes, déjà formés autour du vaisseau.

Une autre cause d'erreur moins difficile à éviter, il est vrai,

dans ce genre d'observations, c'est l'existence de capillaires excessivement minces s'abouchant sur les différents points du contour des artérioles ou des veinules observées. Ces capillaires sont quelquefois d'une minceur extrême et paraissent presque dépourvus de paroi. Les globules qui s'y engagent sont obligés de se déformer un à un pour y passer et n'y passent que d'intervalles à intervalles plus ou moins éloignés. Si l'on n'observe pas le chemin toujours exactement le même que parcourent les éléments que l'on voit se mouvoir de temps en temps dans ces canalicules, on pourrait croire encore à des passages. Ce qui fera toujours éviter l'erreur, c'est, d'une part, la fixité des soi-disant points de sortie; d'autre part, la régularité des trajets parcourus, et enfin l'arrivée constante des éléments prétendus sortis dans un autre vaisseau placé plus ou moins loin du vaisseau primitivement examiné ou leur rentrée un peu plus bas dans ce même vaisseau après qu'ils ont parcouru un trajet en anse plus ou moins long.

Toutes ces particularités d'observation ont été vues et bien constatées par les différentes personnes sus-nommées; elles ne font que nous confirmer dans notre première manière de voir, et chaque observateur impartial pourra, quand il le voudra, vérifier par lui-même toutes nos assertions. C'est même à cet effet que nous sommes entré dans tous les détails de description que nous venons de donner. Nous avons un instant eu l'idée de faire dessiner toutes les phases que nous venons de mentionner, et ce n'est que la difficulté d'exécution qui nous a arrêté; car rien n'est plus difficile que de fixer sur le papier d'une manière exacte des corpuscules constamment en mouvement.

§ 3. — **Étude des leucocytes intra et extra-vasculaires.**

Un point important que nous avons négligé dans notre premier travail, c'est de n'avoir pas suffisamment comparé dans les péritoines enflammés et observés pendant la vie de l'animal, les éléments inclus dans les vaisseaux, et ceux qui se trouvaient de plus en plus nombreux au dehors des parois vasculaires; nous pouvons combler aujourd'hui cette lacune et dire, en nous basant sur de

nouvelles observations, que les éléments extra-vasculaires sont loin d'être tous du même volume et de la même forme que les leucocytes accolés à la paroi interne des artérioles ou des veinules. En mesurant à un grossissement de 200 diamètres environ les globules extra-vasculaires, nous les avons vus, les uns, ne couvrir qu'une division de notre micromètre; les autres, 2, 3 et 4, ce qui donne, d'après notre tableau de proportions adapté à l'instrument de Nachet (grand modèle) 0,004; 0,008; 0,012, et 0,016 de millimètre.

Ces différences de volume sont loin de se présenter pour les éléments blancs inclus dans les vaisseaux, qui ne varient guère qn'entre 0,004 et 0,010 de millimètre (voy. fig. 1).

Pour les formes elles sont beaucoup plus irrégulières hors des vaisseaux que dans les vaisseaux.

La mort de l'animal en expérience n'influe en rien sur les formes et les dimensions des éléments que nous considérons jusqu'à présent comme des leucocytes. Nous l'établirons encore plus bas: La conclusion que nous tirons de ces faits s'impose pour ainsi dire, à savoir que l'on ne peut guère admettre que ces éléments extra-vasculaires soient les mêmes que les intra-vasculaires; et, par conséquent, que les premiers ne sont pas les derniers sortis des vaisseaux.

Nous avons à résoudre maintenant la question de la nature des éléments intra et extra-vasculaires : les uns et les autres sont-ils des leucocytes ? En les soumettant les uns et les autres aux réactifs ordinaires, l'eau, l'acide acétique et la glycérine, il ne peut y avoir de doute : les deux espèces d'éléments se comportent, en effet, de la même manière. Ce sont donc des leucocytes.

§ 4. — Circulation dans les poumons.

Le passage des globules blancs ayant surtout été bien observé dans ces derniers temps, dans les poumons et dans les langues de grenouille, nous avons dû essayer de répéter ces expériences comme leurs auteurs les indiquent.

a. Mettant à nu un poumon de grenouille et le fendant en deux

jusque vers la racine, nous avons fixé sur une plaque de liége la moitié inférieure de l'organe pour avoir sous les yeux la face interne du sac pulmonaire étalé.

Malgré l'emploi d'eau froide, d'alcool et d'eau de Pagliari, il nous a été impossible d'arrêter suffisamment les hémorrhagies pour pouvoir bien observer et pour distinguer nettement ce qui était dedans et hors des vaisseaux. Nous avons donc dû modifier notre procédé opératoire de la manière suivante :

b. Le poumon mis à nu comme ci-dessus, au lieu de le sectionner simplement avec des ciseaux, nous l'avons divisé avec un bistouri très-mince chauffé à blanc. Cette manière de faire est indiquée, dès 1849, dans la thèse de doctorat de M. Boulland, de Clermont.

En opérant ainsi, les hémorrhagies sont moins intenses que tout à l'heure, mais il y a un inconvénient grave, c'est que l'action du feu s'étend trop loin et que la circulation s'arrête trop vite.

On peut cependant ainsi étudier avec soin la circulation normale, et voir que les gros vaisseaux cheminent dans les parois interalvéolaires, et qu'une quantité innombrable de petits capillaires s'en détachent pour s'étaler en réseau sur les parois des alvéoles proprement dits.

c. Le procédé qui nous a le mieux réussi consiste à séparer la partie pulmonaire qui ne doit pas être examinée de l'autre par quatre fils à ligature. De la sorte, il n'y a, pour ainsi dire, pas d'hémorrhagie, et la petite quantité de sang extravasé peut facilement être enlevée après coagulation à l'aide d'un pinceau d'une certaine dureté. Opérant ainsi, nous avons pu observer la circulation pendant deux heures environ; mais nous devons dire qu'il est impossible de juger sainement de ce qui se passe, parce que les capillaires sont tellement nombreux qu'ils se touchent en quelque sorte partout, qu'ils s'entrecroisent en tous sens et sur différents plans, si bien qu'il est de toute impossibilité de voir exactement ce qui est et ce qui arrive dans un seul et même capillaire.

Une nouvelle difficulté se présente dans l'examen de la circula-

tion pulmonaire, c'est la présence des noyaux de l'épithélium que l'on distingue sous forme de corpuscules fixes au-dessus du champ circulatoire. Il résulte de nos recherches sur la circulation pulmonaire, qu'il est impossible de se rendre compte exactement des phénomènes que l'on a sous les yeux. Le nombre des capillaires, leur position dans des plans différents, la diversité des courants et la présence de l'épithélium sont autant de causes d'erreur et d'observation difficile.

Pour terminer ce qui a rapport à la circulation pulmonaire, nous devons encore dire que nous n'avons jamais pu faire vivre l'animal en expérience plus de trois heures.

§ 5. — Circulation dans la langue.

Pour ce qui est des phénomènes que l'on observe dans la langue de grenouilles auxquelles on excise préalablement avec des ciseaux courbes quelques papilles, nous ne pouvons y attacher la moindre importance, parce que les hémorrhagies sont toujours telles que l'on n'arrive pas à les arrêter facilement, et que dans tous les cas les transsudations d'éléments à travers les sections sont inévitables, si l'on songe à la multiplicité des vaisseaux entortillés sur eux-mêmes sous forme de glomérules qui constituent la partie fondamentale et centrale de chaque papille. Si l'on n'excise pas de lambeau de la langue, et si l'on se contente de l'examen de la circulation après étalement de l'organe, il est facile de s'expliquer les difficultés dont nous venons de parler; car on voit ainsi la finesse des lacis vasculaires qui composent les tourbillons des papilles.

§ 6. — Recherches sur l'épithélium des vaisseaux.

Depuis nos dernières recherches sur le passage des leucocytes à travers les parois des vaisseaux, nous avons fait de nouvelles et nombreuses tentatives pour découvrir les stomates ou ostioles épithéliales signalées par Cohnheim. Si nous avons échoué dans les expériences rapportées dans notre premier mémoire, cela tient uniquement à ce que nous nous servions d'une solution de

nitrate d'argent trop concentrée. Nous obtenions des réductions trop précipitées et trop abondantes. Dans ces derniers temps nous avons injecté dans l'aorte descendante de grenouilles des quantités considérables d'eau pour bien laver les vaisseaux. Ceux-ci privés de sang, nous y avons introduit à faible pression, et de manière à les distendre convenablement, une dilution argentine au millième. Ouvrant ensuite les vaisseaux, et les exposant à la lumière pendant un quart d'heure ou une demi-heure, nous avons obtenu à l'examen microscopique, sur la paroi interne des canalicules examinés, des réseaux épithéliaux d'une netteté parfaite, comme le montre notre figure n° 2.

Ce dessin a été pris à un grossissement de 600 diamètres (microscope Nachet, petit modèle, objectif 3, oculaire 3). Malgré toute notre attention, il nous a été impossible de voir dans les interstices épithéliaux, c'est-à-dire dans les points où différentes lignes noires s'entrecroisaient, la moindre apparence d'une tache noire ou blanche pouvant faire croire à l'existence d'une solution de continuité quelconque.

Dans les capillaires péritonéaux même, il nous a été aisé de distinguer par transparence des réseaux épithéliaux sans trace de stomates ou de lacunes.

Le dessin que nous donnons a été fait par notre jeune ami, M. Blazer, aide d'anatomie et interne des hôpitaux civils.

La plupart de nos injections ont été faites par notre aide habituel, M. Boucher. Ces mêmes pièces ont passé sous les yeux de nos élèves de la conférence d'histologie pathologique et de plusieurs professeurs de la Faculté, notamment de M. le doyen Stoltz et de MM. Michel et Schützenberger.

Nous n'hésitons donc plus à nier l'existence des stomates épithéliaux des vaisseaux.

Pour conserver de semblables préparations, il est essentiel de les laver dans l'eau distillée ; autrement on les voit noircir ou brunir très-rapidement, si bien que tout devient indistinct.

§ 7. — Recherches sur l'épithélium du péritoine normal et enflammé.

Avec la même solution de nitrate d'argent, nous avons essayé de colorer les épithéliums de péritoines normaux et enflammés. Pour atteindre ce but, nous excisons le péritoine avec l'intestin et nous plaçons ces portions organiques dans un verre de montre préalablement rempli avec la solution sus-indiquée. Nous mettons ensuite le tout à l'abri de la lumière pendant quatre ou cinq heures. Faisant alors des préparations microscopiques, nous obtenons des résultats très-satisfaisants, en ce sens que les épithéliums se montrent très-bien, grâce à leurs contours teintés en noir. Le dessin n° 3, A, reproduit la figure obtenue sur un péritoine normal à un grossissement de 350 diamètres (Nachet, oculaire 2, objectif 3).

Il est aisé de voir d'après cette figure la forme et la disposition de l'épithélium péritonéal; pas plus que tout à l'heure pour l'épithélium vasculaire, il n'est possible de découvrir d'ostioles.

Les quelques noyaux épithéliaux vus, n'étant pas colorés, n'ont pas été dessinés, mais mesurés. Ils sont très-gros, peu distincts dans leurs contours, légèrement ovalaires ; leur grand diamètre varie entre un soixantième et un quatre-vingtième de millimètre.

Dans des péritoines enflammés artificiellement par introduction de corps étrangers dans la cavité abdominale de grenouilles, nous avons pu faire les observations suivantes.

1° Après un séjour de six heures d'un tampon de charpie dans le péritoine, nous avons vu, grâce à notre mode de préparation ci-dessus indiqué, que l'épithélium péritonéal n'avait pas subi de modifications appréciables, et que sous lui s'étaient développés des corpuscules en tout semblables à des leucocytes. Dans cette même préparation que nous avons fait dessiner (fig. n° 3, B), on voit un vaisseau gorgé de globules blancs. Les éléments sous-épithéliaux dont nous parlons ne peuvent en aucun cas être pris pour des noyaux épithéliaux : ils n'en ont ni la forme, ni le volume. Notons en passant qu'ils sont également plus gros que les leucocytes renfermés dans le canal vasculaire.

Nous concluons de cette préparation que les éléments extra-vasculaires ne procèdent en aucun cas ni de l'épithélium péritonéal, ni des leucocytes intra-vasculaires.

2° Si on laisse le péritoine s'enflammer pendant un temps plus long, c'est-à-dire si l'on maintient le corps étranger douze et quinze heures dans la cavité abdominale, on obtient, après macération de quelques heures dans la solution habituelle de nitrate d'argent, la preuve que presque partout l'épithélium se desquame ; car on ne retrouve plus que des traces des réseaux épithéliaux dessinés ci-dessus. Par contre, on trouve dans le péritoine, tout aussi bien autour des vaisseaux qu'à une certaine distance de ceux-ci, des éléments leucocytiques de grandeur et de formes variables : les plus petits mesurent à peine 0,004 de millimètre ; les plus gros vont jusqu'à 0,015 de millimètre.

Sur certains points on voit des corpuscules fusiformes très-minces et aussi longs qu'un globule rouge que l'on pourrait considérer comme des éléments dits plasmatiques. Quelques-uns d'entre eux sont légèrement renflés dans leur milieu ; mais il nous été impossible d'y distinguer des noyaux ou des nucléoles. Inutile d'ajouter que nous ne sommes pas fixé jusqu'à présent sur la nature exacte et précise de ces éléments.

De ces observations nous nous croyons en droit d'induire qu'au bout d'un certain temps d'inflammation du péritoine, les épithéliums disparaissent par fonte ou par desquamation, et d'autre part, que les éléments extra-vasculaires ne sont pas tous identiques quant à la forme et au volume avec les leucocytes encore inclus dans les vaisseaux.

§ 8. — Étude sur la prolifération des leucocytes.

En 1865, dans un Mémoire sur la leucémie, nous avons démontré, par autopsies diverses et par un certain nombre d'expérimentations, que les globules blancs du sang pouvaient augmenter en nombre d'une manière très-sensible en dehors de toute lésion de la rate ou des ganglions lymphatiques, et nous nous sommes demandé à cette époque, comme le prouve la dernière phrase du Mémoire

que nous venons de citer, si dans certaines circonstances il n'arrivait pas que la leucémie fût le résultat de la scission et prolifération des leucocytes existants normalement dans le fluide nourricier.

Depuis cette époque, nous avons cherché à démontrer ou au moins à asseoir sur des bases réelles l'hypothèse sus-avancée.

De par des autopsies nombreuses de leucémiques, d'individus morts d'infections diverses ou de cachexies cancéreuse, tuberculeuse, scrofuleuse et syphilitique, nous pouvons affirmer aujourd'hui que nous n'avons jamais surpris un globule blanc du sang se divisant en deux ou plusieurs autres corps cellulaires, ni donnant naissance à des noyaux libres par déchirure de leur enveloppe. Bien plus, nous sommes à peu près certain aujourd'hui que la ligne limitante des globules blancs n'est pas une membrane à proprement parler.

Dans une série d'expériences dont le nombre s'élève au moins à trois cents, faites sur les sangs infectieux de l'homme inoculés à des lapins par nous et M. le professeur Coze, de Strasbourg, il nous a été facile de constater que dans les affections septiques le nombre des leucocytes augmentait dans une proportion très-considérable, et jamais il ne nous a été donné d'observer les globules blancs existants se multipliant par division cellulaire ou nucléaire. Nous nous croyons donc en droit de nier formellement la prolifération des éléments blancs du sang.

D'autres observateurs n'ont pas été plus heureux que nous, s'il faut en croire M. le professeur Ch. Robin. Il dit en effet, page 255 de son article Leucocyte : « Dans le sang et dans la lymphe, les conditions spéciales de l'hypergenèse des leucocytes sont mal déterminées. Le résultat de celle-ci est la multiplication de ces derniers qui peut aller jusqu'à déterminer l'état dit leucocythémique du sang. C'est ce que l'on observe dans plusieurs maladies diathésiques, dans divers états de cachexie, tels que ceux causés par les fièvres intermittentes ou autres, ordinairement avec hypertrophie de la rate ou des ganglions lymphatiques, mais pouvant exister sans cela. L'hypergenèse des leucocytes s'observe aussi dans les fièvres typhoïdes, les dysenteries, dans les cas dits d'infection purulente, de fièvre puerpérale et autres

affections analogues, mais atteint rarement assez d'intensité pour arriver jusqu'à produire la leucocythémie. »

En admettant même la prolifération des leucocytes dans le sang et le passage de ceux-ci, en cas d'inflammation, à travers les parois des vaisseaux, il faudrait de toute nécessité qu'un état leucocythémique préexistât, ou au moins se développât sous l'influence de la phlogose, à moins d'admettre que les globules blancs qui traversent les parois des vaisseaux des territoires enflammés ne se développent sur place, c'est-à-dire dans les canalicules vasculaires; les expériences de Cohnheim même militent contre cette hypothèse. Donc, on devrait toujours, en cas d'inflammation suppurative, constater dans le sang une leucémie proportionnelle à l'intensité de la suppuration. De nombreuses autopsies d'individus morts de maladies inflammatoires simples et franches nous permettent d'établir formellement qu'en ces cas il n'y a jamais état leucocythémique; le passage de l'article LEUCOCYTE de M. le professeur Ch. Robin, que nous avons cité plus haut, confirme du reste le résultat de nos recherches microscopiques sur l'état du sang dans les maladies inflammatoires. Cet auteur signale tous les états généraux où il y a plus ou moins de leucémie; il ne mentionne nulle part ni directement, ni indirectement, d'état leucocythémique du sang dans les phlogoses simples.

DEUXIÈME PARTIE.

Dans cette étude nous passerons successivement en revue la structure de la cornée à l'état normal, les modifications qu'y amène le changement de nutrition qui caractérise ce qu'on dit être son inflammation. A cet égard nous considérerons trois périodes : celle qui précède l'apparition des éléments inflammatoires, celle du développement de ces mêmes éléments, et enfin la période qu'on pourrait appeler *de réparation.*

§ 1. — Structure normale de la cornée.

De nombreux travaux ont déjà paru sur cette question. Je ne citerai que les études de Reichert, de Henle, de Virchow, de His,

de Von Recklinghausen et de Cohnheim. Je ne discuterai pas les diverses opinions de ces auteurs, d'autant plus que je ne veux insister que sur les parties d'anatomie histologique nécessaires à connaître pour l'examen du travail inflammatoire dans la cornée, et que toutes les opinions se rapprochent sur les détails que je vais donner.

La cornée se compose d'une membrane limitante antérieure, d'une postérieure et d'un tissu propre.

Nous l'avons étudiée principalement chez le lapin, parce que toutes nos expériences sur l'inflammation cornéale ont été pratiquées sur des animaux de cette espèce.

La couche antérieure est presque exclusivement épithéliale. Les éléments qui la composent sont stratifiés, pavimenteux, polygonaux à la surface et disposés en séries cylindriques dans la profondeur (voy. fig. 13).

Le tissu qui sert de support à ces épithéliums est une bande mince, épaisse d'un centième de millimètre à peine formée d'une substance amorphe, sans stries dans aucun sens, sans éléments morphologiques y implantés et d'une transparence parfaite (voy. fig. 3). Nous ne sommes arrivé ni par la dissection, ni par la coction, ni par la macération dans les acides ou les alcalis dilués, à la séparer du tissu cornéal proprement dit. On obtient assez facilement la dissociation des épithéliums ou leur décortication ; mais pour la séparation du liséré amorphe dont il vient d'être question, il ne nous a pas été possible de la réaliser. Nous pensons donc qu'elle devrait bien plutôt être considérée comme faisant partie du parenchyme que de la couche antérieure épithéliale.

Il n'en est pas de même de la membrane de Demours, qui est bien plus épaisse que la précédente et qui se sépare assez facilement par la macération dans le chlorure d'or ou la coction du tissu cornéal. Elle est amorphe, parfaitement transparente et supporte un épithélium pavimenteux régulier à bords pâles et à noyaux très-distincts (voy. fig. 2).

Le tissu cornéen se présente sous des aspects divers, suivant les modes de préparation : sur des cornées fraîches, les coupes dans l'épaisseur montrent un tissu homogène et transparent dans lequel

sont disposées, par séries parallèles, des stries laissant plus difficilement passer la lumière et renflées sur certains points, si bien que l'on peut les considérer comme formées de corpuscules fusiformes se continuant les uns avec les autres par leurs extrémités caudales. A de forts grossissements, on voit encore partir de ces corpuscules d'autres petites stries allant dans des sens différents. C'est cette disposition qui a fait donner aux corpuscules de la cornée le nom de cellules étoilées.

On voit, d'après ce que nous venons de dire, qu'il y a à considérer dans le parenchyme cornéal deux choses bien distinctes : d'une part, les éléments cellulaires; d'autre part, le tissu intercellulaire (voy. fig. 13).

Le tissu intercellulaire n'est parfaitement homogène qu'autant qu'on ne lui fait subir aucun contact de réactif ni aucune pression. Si l'on fait durcir les cornées dans l'acide chromique, l'esprit de bois ou le chlorure d'or, ou si l'on exerce sur les coupes histologiques une pression quelconque, le tissu intercellulaire se fendille principalement le long des traînées cellulaires, de telle sorte qu'il paraît alors composé de lamelles plus ou moins épaisses et présentant de distance en distance des espaces clairs tout à fait transparents, vides, qui permettent de bien voir les lamelles dont il vient d'être question. Ces bandes peuvent elles-mêmes se subdiviser en d'autres plus petites et même en faisceaux fibrillaires ressemblant à des stries ondulées et élastiques du tissu conjonctif (voy. fig. 4).

Il est important de savoir tous ces détails pour qu'on ne soit pas trompé dans les études des tissus pathologiques, et qu'on soit bien fixé sur les modifications que les réactifs ou la compression des préparations exercent sur la substance intercellulaire transparente.

D'après ce que nous venons de voir, on comprend que pour nous l'aspect de stries, de faisceaux, de bandes ou de lamelles composant la substance intercellulaire de la cornée, ne sont que des apparences, que, dans le fait, le tissu cornéen intercellulaire est homogène, transparent ; sous ce rapport, nous nous rapprochons de l'opinion de His, quand il dit : « C'est au fendillement de la sub-

stance intercellulaire qu'on doit rapporter l'aspect lamellaire qu'offre la cornée, de même que l'apparence fibrillaire que nous avons précédemment décrite. » (Voy. His, *Beitraege zur normalen und pathologischen Histologie der Cornea*. Basel, 1856, p. 20 et 21).

Si l'on traite les cornées fraîches par le nitrate d'argent dissous dans les proportions sus-indiquées, on obtient des réseaux à apparence canaliculaire, mais qui ne sont autre chose que des dépôts dans les interstices que nous avons vus tout à l'heure se former dans la substance intercellulaire sous l'influence des réactifs ou de la pression. On conçoit aussi maintenant que, d'après leurs préparations, certains auteurs aient conclu à l'existence d'un système canaliculaire autre que celui des cellules plasmatiques dans la cornée.

Nous aurons plus tard à revenir sur ces dispositions variables de la substance intercellulaire, pour expliquer certains phénomènes pathologiques.

Dans certaines préparations bien réussies, faites par imprégnation dans le chlorure d'or, les bandes, bandelettes et fuseaux se colorent quelquefois très-nettement en violet, tandis que les espaces qui les séparent restent parfaitement clairs et restent évidemment comme des vides.

Les corpuscules que l'on voit dans la cornée sont disposés parallèlement les uns aux autres et présentent principalement un renflement central duquel partent dans différents sens de petites lignes excessivement minces et fines, qui vont se perdre dans la substance intercellulaire, ou se continuer avec leurs semblables dépendant d'autres corpuscules. C'est de cette disposition que vient le nom de corpuscules étoilés. De toutes ces lignes qui se séparent du renflement du corpuscule, il y en a deux principales, situées dans le grand axe de l'élément, et qui lui donnent l'aspect d'un fuseau. Ces deux prolongements, que nous appellerons *caudaux*, se continuent avec leurs semblables des éléments fusiformes placés des deux côtés et dans le même plan que celui que l'on examine. Cet agencement est très-facile à voir au microscope sur des coupes portant sur toute l'épaisseur de la cornée, c'est-à-dire allant d'un épithélium à l'autre (voy. fig. 13).

La régularité des lignes moniliformes, que constitue l'ensemble des corpuscules, donne aux préparations l'apparence de bandelettes amorphes, transparentes, séparées les unes des autres par des traînées cellulaires. On remarque aussi qu'en pressant avec la pointe du scalpel sur le couvre-objet, la séparation des bandelettes par des vides se fait principalement le long des lignes ou des renflements qui caractérisent le système cellulaire, si bien que l'on pourrait se demander de prime abord si ce dernier ne serait pas le résultat d'un certain mode d'adaptation des bandelettes entre elles. Nous verrons plus loin que cette interprétation ne peut être admise.

Quant aux dimensions, les corpuscules mesurent dans leur épaisseur de 0,005 à 0,010 de millimètre ; leur longueur, suivant que l'on y ajoute des portions plus ou moins considérables des extrémités caudales, peut être évaluée à 0,010 et même 0,015 de millimètre. Les extrémités caudales elles-mêmes atteignent rarement le 0,001 de millimètre.

Pour ce qui est du contenu, il est d'habitude finement granuleux, quelquefois transparent, par-ci par-là on distingue dans 'intérieur des cellules ou des corpuscules une ou deux granulations un peu plus grosses que leurs voisines, que l'on pourrait à la rigueur considérer comme des noyaux. La forme de ces prétendus noyaux ou, pour parler plus correctement, des agglomérations intra-cellulaires des granulations, est des plus variables : on voit tantôt le contenu du corpuscule groupé, de telle façon qu'il ressemble à des biscuits, tantôt il touche uniformément les parois, tantôt il est régulièrement granuleux, tantôt quelques granulations plus grosses et ne se touchant pas, se montrent en relief, tantôt enfin, l'élément est rempli d'une véritable substance colloïde, vitreuse et transparente.

Les observations qui nous ont amené à ces conclusions ont été toutes faites sur des cornées de lapin parfaitement normales, traitées uniquement par la glycérine ou l'eau sucrée, sans addition aucune de réactifs acides ou alcalins.

Nous nous sommes abstenu, de propos délibéré, de l'emploi de tout réactif, parce que nous avons remarqué bien des fois, et pour les cornées spécialement, que l'acide acétique, le carmin ou autres

substances de cet ordre, modifiaient d'une manière sensible le contenu des corpuscules de la cornée. Pour ne pas prendre pour des états pathologiques des effets de réactifs, nous avons préféré laisser de côté d'une façon absolue les agents habituellement employés en histologie.

Pour durcir les pièces, l'expérience nous a appris que les solutions d'acide chromique très-faibles réalisaient le mieux la conservation intégrale des cornées. En comparant des préparations de cornées toutes fraîches à d'autres faites à l'aide d'une légère solution d'acide chromique, nous n'avons pu saisir de différence sensible.

Pour ce qui est du chlorure d'or en solution indiquée par Cohnheim, c'est-à-dire de 1/2 pour 100, nous la considérons comme beaucoup trop forte, parce qu'elle est susceptible, surtout au contact de la lumière, de donner lieu à des réductions capables de tromper l'œil de l'observateur. En effet, le précipité de l'or se fait de façon à donner, sans que nous sachions pourquoi, des figures ressemblant beaucoup à l'ensemble des corpuscules et des réseaux plasmatiques, d'où la possibilité d'une confusion et d'une croyance à l'existence de corpuscules et de réseaux là où, à proprement parler, il n'y en a pas. Ainsi, en traitant par le chlorure d'or au degré de concentration indiqué, une cornée normale et une cornée pathologique, il pourra arriver qu'au microscope on obtienne sur des coupes identiques des dessins exactement semblables, ce qui a fait dire à Cohnheim, que dans les cornées anormales les corpuscules fixes ne subissaient aucune modification.

Pour éviter l'erreur, il suffit d'habitude de varier convenablement les mouvements de la vis microscopique; on verra ainsi que les réseaux que nous attribuons au chlorure d'or sont tous superficiels, et qu'en dessous les deux espèces de préparations présentent des plans tout à fait différents, qui ne permettent pas un instant de persister dans l'idée de la non-transformation des éléments corpusculaires à l'état normal et à l'état inflammatoire.

Il ressort pour nous de l'étude de la cornée normale que nous venons de faire, que celle-ci se compose, dans son tissu propre du moins, d'une substance amorphe, homogène et vitreuse, dans la-

quelle sont disposés par séries, communiquant plus ou moins entre eux par des prolongements fibrillaires filiformes, des corpuscules ou des lacunes à contenu variable, mais toujours amorphe. Ce contenu, nous le désignons sous le nom de *protoplasma*, et nous le considérons comme l'état le plus rapproché des sucs nutritifs entre le plasma du sang et les éléments figurés qui sont l'indice de toute organisation définitive.

Il résulte également de ce que nous avons dit plus haut, de la variabilité du contenu des lacunes étoilées cornéales, que l'on a pu prendre très-aisément celui-ci pour des produits en voie de transformation continue, d'où le nom de corpuscules *nomades*, *amiboïdes*, que certains auteurs ont donné à ces formes intra-cellulaires diverses.

Nous avons démontré, dans notre article de janvier dernier, par des expériences multiples et variées, que le contenu intra-cellulaire des corpuscules du tissu cornéal n'avait aucun rapport direct ni avec les éléments figurés du sang, ni avec ceux de la lymphe. Nous sommes donc conduit, comme la plupart de nos devanciers, notamment His, à considérer le système lacunaire cornéal comme étant le cercle dans lequel se meuvent les liquides nutritifs de la cornée, membrane privée de tout autre vaisseau, et de considérer le contenu de ce système comme un plasma du sang plus ou moins modifié.

Quant à la pénétration des formes figurées du sang ou de la lymphe dans le système canaliculaire cornéen, il nous est de toute impossibilité de l'admettre d'après les expériences précitées.

La démonstration rigoureuse de l'existence de canalicules existant entre les différents corpuscules cornéens, nous ne l'avons pas donnée jusqu'à présent; mais nous montrerons plus loin que les lignes qui les marquent à l'état normal ne sont autre chose que des parois d'espaces creux.

§ 2. — **Inflammation de la cornée.**

Il est incontestable et incontesté qu'en cas de traumatisme exercé sur la cornée, il se développe très-souvent dans cette membrane des éléments en tout semblables à des globules de pus et en

nombre si considérable qu'il en résulte une opacité plus ou moins complète de la membrane. Ces leucocytes ne provenant ni du sang ni de la lymphe (nous l'avons surabondamment démontré), pénétreraient-ils peut-être dans la membrane par sa face antérieure ou postérieure, la première en contact avec le sac conjonctival, la seconde avec l'humeur aqueuse.

A cet effet, nous avons répété les expériences suivantes de Cohnheim :

1° On injecte dans le sac conjonctival d'un lapin une certaine quantité de bleu d'aniline en suspension dans de l'eau distillée, en traversant avec le trocart de la seringue de Pravaz la paupière inférieure ou supérieure, ces deux membranes ayant été préalablement soudées l'une à l'autre par des fils ou de petites épingles, et la cornée elle-même ayant été traversée par une anse de fil. De la sorte, l'œil est baigné, quant à sa face antérieure, par la solution d'aniline. Celle-ci détermine l'inflammation et la suppuration de la conjonctive; le fil placé dans la cornée provoque à son tour l'inflammation de celle-ci. Au bout de deux ou trois jours, on défait les points de suture. On trouve le pus épanché dans le sac conjonctival, plus ou moins coloré par l'aniline et la cornée malade à un degré plus ou moins avancé dans le voisinage du corps étranger y établi. L'examen microscopique du liquide du sac conjonctival nous apprend qu'il est composé d'un sérum dans lequel flottent d'une part des leucocytes, d'autre part des granulations d'aniline en proportions très-considérables. Ces poussières colorées sont très-souvent accolées aux corpuscules de pus, et hérissent la surface de ces derniers. Ces constatations faites, on lave le globe oculaire, on le sort de l'orbite et l'on isole la cornée, qu'on trempe pendant quelque temps, d'une demi-heure à une heure, dans de l'eau pure. En examinant des coupes faites au niveau des points les plus opaques, il est facile de s'assurer qu'on n'y trouve pas une seule granulation d'aniline, soit isolée, soit accolée aux corpuscules de nouvelle formation qui infiltrent la membrane. Il n'est donc pas possible de dire que les éléments rencontrés dans la cornée y ont pénétré par sa surface épithéliale antérieure, qui du reste, comme le microscope le démontre, est d'habitude tout à fait intacte.

2° On fait l'expérience comme ci-dessus, mais on ne blesse pas la cornée en y plaçant un fil ou en y pratiquant une eschare avec le nitrate d'argent.

La conjonctive s'enflamme, suppure, mais la cornée reste intacte. C'est à peine si l'on trouve sur l'épithélium quelques grains d'aniline; dans les couches profondes, il n'y a pas de traces de ces granulations.

3° On injecte au moyen de la seringue de Pravaz, sans blesser la cornée, du bleu d'aniline dans la chambre antérieure de l'œil d'un lapin. L'introduction de cette substance étrangère dans l'intérieur de l'œil détermine une ophthalmie profonde à laquelle d'habitude la cornée ne participe pas. Il va sans dire que les liquides purulents intra-oculaires tiennent en suspension une grande quantité de granulations.

4° On fait la même opération que nous venons d'indiquer. Lorsque les milieux sont devenus opaques, on irrite la cornée avec la teinture de cantharides, par exemple, et on laisse vivre l'animal encore deux ou trois jours. Après ce laps de temps, on examine les points enflammés de la cornée et l'on voit que les leucocytes, qui se sont développés dans celle-ci ne présentent pas de traces de pigmentation anilinique.

Ces expériences nous démontrent, comme à Cohnheim, qu'il n'y a pas pénétration de pus dans la cornée par les faces antérieure ou postérieure de la cornée (voy. Cohnheim, *Ueber Entzündung und Eiterung*, *Archives de Virchow*, vol. XL, p. 20).

Nous devons ici signaler tout de suite une contradiction qui nous a frappé dans le travail de Cohnheim. Il dit, en effet, en guise de conclusions des expériences que nous venons de citer à la page 20 de son travail :

« La pénétration dans la cornée de globules de pus venant de la chambre antérieure ou du sac conjonctival n'est pas possible, tandis que le déversement du pus de la cornée dans l'humeur aqueuse est le fait habituel. »

Aux pages 67, 68, 69 et 70 il cherche à établir que le cercle inflammatoire interne, c'est-à-dire celui qui se forme immédiatement autour du point lésé de la cornée est toujours le résultat de la pénétration du pus du sac conjonctival dans la cornée :

« La question, dit-il, s'est résolue d'une manière inattendue, mais simple. Fréquemment on rencontre dans le cercle interne, au milieu des rangées des globules de pus, comme Langhaus l'a vu et décrit, des gouttelettes de graisse en plus ou moins grande quantité. Ces gouttelettes sont situées, soit sur, soit dans les cellules. Quelquefois elles sont libres dans le tissu et se montrent sous forme de petites sphères. Parfois elles se réunissent en grosses gouttes qui dépassent alors l'anneau central étroit qu'elles rayent sous forme de rayons larges qui augmentent l'opacité de l'anneau. On serait en contradiction avec toutes les autres expériences biologiques, si l'on voulait admettre qu'en si peu de temps il pût se former autant de graisse dans un lieu où un instant auparavant il n'y en avait pas du tout. On doit donc admettre qu'elle est venue du dehors. Mais d'où? Dans l'angle supérieur de la cavité orbitaire du lapin se trouve la glande considérable de Harder, qui a la structure d'une glande sébacée composée. La sécrétion que cette glande déverse derrière la membrane clignotante dans le sac conjonctival est par cela même une matière oléagineuse. En cas d'irritation, la glande de Harder déverse une plus grande quantité de liquide dans la conjonctive. Après la lésion de la cornée, la quantité de graisse augmentant, cette huile est amenée par-dessus la surface antérieure du globe et pénètre dans le tissu de la cornée, là où il est ouvert, dans les fentes radiaires, par exemple, qui se sont produites par le passage du fil.

« C'est aussi dans ce fait que se trouve la clef de l'explication des rangées de globules de pus intra-cornéens. Car, en réalité, la formation de l'anneau étroit, central, blanchâtre, n'est pas le premier phénomène manifeste après la lésion de la cornée. Cette formation est précédée, comme le savent les médecins oculistes depuis des siècles, d'une vive dilatation, d'un gonflement non ordinaire et d'une injection des vaisseaux de la conjonctive. De concert avec cette injection et avec ce gonflement de la conjonctive marche l'apparition des globules de pus dans le sac conjonctival. En même temps apparaissent les globules de pus autour de l'endroit lésé dans la cornée. On ne voit ici de pus qu'après qu'il y en a une quantité assez considérable dans le sac de la conjonctive; ceux-ci alors

pénètrent dans la cornée par le même chemin que la graisse, pour ensuite se porter dans les canalicules. De cette manière, on conçoit tous les phénomènes les plus obscurs : on s'explique comment il se fait que l'on ne trouve dans le cercle interne, tantôt que de la graisse, tantôt seulement des éléments de pus, tantôt les deux espèces de productions, etc., etc. »

A ces assertions de Cohnheim nous répondons par un grand nombre d'expériences d'inflammation de la cornée, soit par cautérisation, soit par passage de corps étrangers dans cette membrane, où, malgré des observations constantes, il nous a été impossible de surprendre l'inflammation du revêtement conjonctival, et cependant l'opacité de la cornée se produisait toujours au niveau des points irrités. Nous n'hésitons donc pas à conclure à l'inverse de l'auteur berlinois.

De l'ensemble de nos expériences, tant de celles qui se trouvent dans notre premier mémoire, que de celles que nous rapportons dans notre travail actuel, nous pouvons déduire, à juste titre, croyons-nous, que l'opacité dite inflammatoire de la cornée, ne procède ni de l'émigration des globules blancs du sang ou de la lymphe dans la cornée, ni de la pénétration des leucocytes préalablement développés, soit dans la chambre antérieure de l'œil, soit dans le sac conjonctival. Il nous reste donc à étudier les sources réelles des produits inflammatoires de la cornée.

A cet effet, nous avons expérimenté de la manière suivante : nous prenons une série de douze lapins, nous leur pratiquons à tous une irritation cornéale toujours la même, par exemple, la traversée de la membrane par un petit fil métallique. Nous tuons ensuite tous les jours un lapin et nous examinons à l'œil nu et microscopiquement ce qui s'est passé. Pour durcir les cornées, nous avons eu recours à une faible solution d'acide chromique, ou de chlorure d'or, à 1 millième.

Nous avons ainsi fait trois séries d'expériences, et c'est d'après nos études ainsi disposées que nous décrivons les phénomènes qui se rattachent à ce que l'on appelle la suppuration de la cornée.

§ 3. — Phénomènes macroscopiques.

Quelques heures après le passage du fil, et en tous cas le lendemain, on voit d'abord autour des points d'entrée et de sortie de l'anse de petits cercles gris clair de 1 ou 2 millimètres de largeur, qui s'étendent les jours suivants en flaques, c'est-à-dire de proche en proche sur la partie cornéale comprise dans l'anse d'abord, et ensuite sur le restant de la cornée. D'habitude vers le cinquième, le sixième ou le septième jour, toute la cornée est grise, mais avec des nuances différentes, c'est-à-dire que les points les derniers envahis sont encore clairs quand déjà les premiers pris sont opaques et d'un gris jaune. Finalement la teinte devient uniforme et toute la cornée est lactescente. A mesure que se produisent ces changements de couleur, se manifeste nécessairement une opacité de plus en plus marquée du tissu cornéen avec un épaississement dont il est facile de se rendre compte, si l'on a soin de toujours comparer les sections transversales de la cornée malade et de la cornée saine. Tels sont les phénomènes constants auxquels nous avons assisté.

A côté de ceux-ci, il en est quelques-uns qui apparaissent quelquefois, mais qui manquent souvent : C'est ainsi que l'on voit parfois se produire dans la cornée de petits mamelons d'un jaune clair qui ne sont autres que de petites collections purulentes, comme le démontrent les incisions ; parfois de petites ulcérations entament les couches superficielles ou profondes des points d'entrée ou de sortie des fils qui traversent la cornée; par-ci par-là se développent des conjonctivites plus ou moins intenses, car elles peuvent arriver jusqu'au chémosis qui empiète plus ou moins sur la cornée même. Tantôt on voit le cercle périphérique de la cornée et principalement le bord interne de celle-ci se troubler dès les premiers jours de l'expérience et donner lieu ainsi à ce que Cohnheim a appelé le cercle d'irritation externe. Dans cette dernière circonstance il peut arriver que l'opacité interne et le trouble périphérique soient encore séparés par des portions claires de cornée.

Nous avons cherché à nous expliquer cette particularité ; car

il nous a été facile de constater par le microscope que le trouble périphérique ne tenait pas aux mêmes causes que l'opacité interne. A l'œil nu déjà on voit que le changement de couleur qui existe sur les bords d'insertion de la membrane n'est pas identique avec celui du centre : la nuance externe est plus claire et surtout elle contraste avec les modifications centrales par une espèce de dépoli de la surface qui n'existe même pas aux degrés les plus avancés de l'opacité centrale ; bref, il nous a semblé qu'il se passait là quelque chose d'analogue à une dessiccation. Nous avons pu surprendre d'abord que certains animaux opérés ne pouvaient plus fermer l'œil complétement, non pour cause inhérente au jeu des paupières, mais par suite d'arrêt de fonctionnement de la membrane clignotante empêché par la situation du fil introduit dans la cornée.

Par l'excision de la membrane clignotante, sans attouchement traumatique à la cornée, le cercle de dessiccation périphérique ne manque pour ainsi dire jamais. Nous croyons donc qu'il ne faut pas considérer le trouble du bord de la cornée comme le résultat de l'inflammation, à moins qu'il ne survienne de proche en proche, comme nous l'avons établi plus haut.

Pour ce qui est des différences d'épaisseur des cornées enflammées et normales, on en juge le mieux sur les coupes dans l'épaisseur que l'on pratique quand les membranes ont été durcies dans la solution chromique ou aurique. Sur ces pièces on peut également s'assurer avec le scalpel que les couches épithéliales superficielles et profondes ne subissent d'ordinaire pas de modifications, et que tout le processus morbide se passe dans le parenchyme cornéen proprement dit.

Si on laisse vivre les animaux opérés d'après le mode indiqué, on assiste souvent à des perforations de la cornée qui donnent lieu à l'évacuation des humeurs internes de l'œil, parfois même à la chute spontanée du fil. Nous reviendrons sur ces phénomènes quand nous nous occuperons de la cicatrisation des plaies de la cornée.

§ 4. — Phénomènes microscopiques.

Pour cette étude nous avons procédé aussi méthodiquement que possible. Nous avons toujours examiné les cornées malades dans toute leur épaisseur en faisant des coupes allant d'un épithélium à l'autre. Nous avons eu soin de comparer toujours les préparations de cornées fraîches normales avec leurs similaires à telle ou telle période de l'inflammation. De plus, nous avons autant que possible mis en rapport des pièces pathologiques fraîches avec d'autres durcies dans l'acide chromique ou le chlorure d'or. Nous donnons aujourd'hui les résultats que nous avons obtenus et plusieurs fois contrôlés ; car la question dont s'agit nous occupe depuis huit mois et a nécessité un nombre d'expériences qui s'élève au moins à soixante.

La première modification visible au microscope et déjà parfaitement appréciable au bout de quelques heures, consiste en une augmentation de volume de ce que l'on appelle les corpuscules de la cornée, et en un commencement de dilatation des prolongements caudaux de ces mêmes éléments ou lacunes (voy. fig. 1).

Au bout de douze heures et sur des coupes réussies, faites au niveau des points irrités par le corps étranger, on saisit au mieux que les corpuscules se relient les uns aux autres, surtout dans le sens des grands axes, par des canaux à parois très-bien limitées. A ce moment, l'ensemble de la figure s'exprime par des bandes de tissu que nous avons appelé intercellulaire, séparées les unes des autres par des traînées canaliculaires présentant de distance en distance des renflements plus ou moins ovoïdes. Les canalicules dont il est question ici mesurent de un centième à un cinquantième de millimètre. Les renflements vont de un centième à un cinquantième et même à un trentième de millimètre (voy. fig. 3 et 5).

Au fur et à mesure que l'altération marche, se présentent les deux particularités suivantes : tantôt la dilatation jusqu'ici signalée porte principalement sur les corpuscules, absorbe en quelque sorte les canalicules intermédiaires et convertit la chaîne à anneaux que nous avions tout à l'heure en une espèce de boudin

moniliforme, autrement dit en un chapelet de renflements serrés les uns contre les autres, et à peine séparés par un étranglement (voy. fig. 7) ; tantôt la dilatation porte davantage sur les canalicules qui séparent les renflements, de telle manière qu'il en résulte un véritable canal ayant presque partout le même diamètre (voy. fig. 8).

La substance intercellulaire diminue d'épaisseur en proportion directe de la dilatation des espaces et des canalicules lacunaires (voy. fig. 9 et 10).

Parfois les deux systèmes de dilatation se combinent pour donner lieu à des figures plus ou moins bizarres. C'est ainsi qu'on voit quelquefois un corpuscule modérément développé se continuer avec un autre démesurément agrandi, d'où une figure qui ressemble à une bouteille dont le goulot supporterait un entonnoir (voy. fig. 10).

Ce développement exagéré du système lacunaire de la cornée, que tout le monde s'accorde à considérer comme le réseau de circulation des sucs nutritifs de cette membrane, indique évidemment une augmentation considérable du contenu ou protoplasma survenue dans les nouvelles conditions de vitalité dans lesquelles se trouve le tissu par suite du passage des fils. Au début, ce protoplasma est amorphe, finement granuleux ou tout à fait transparent (voy. fig. 1, 6 et 7).

Les noyaux que l'on découvre par-ci par-là, sous forme de granulations plus épaisses que leurs voisines, n'ont pas encore subi de modification. On n'y distingue, en aucun cas, ni étranglements, ni nulle autre forme indiquant un commencement de division (voy. fig. 5 et 6).

A partir de ce moment, si le processus doit aboutir à la destruction du tissu, deux espèces de transformations se présentent, soit isolément, soit combinées l'une avec l'autre.

a. Ou bien le contenu du système lacunaire, tout en s'accumulant de plus en plus dans les espaces décrits plus hauts, reste amorphe, c'est-à-dire finement granuleux, sans qu'il s'y présente, à proprement parler, de formations histologiques quelconques. Le tissu intercellulaire se raréfie de plus en plus, si bien qu'à

la dernière période il a, pour ainsi dire, disparu. Il ne reste plus que quelques grandes lignes qui indiquent son existence. A son lieu et place nous trouvons la substance granuleuse amorphe que nous avons vue, il y a un instant, s'accumuler dans le système lacunaire. Il y a ici, peut-on dire, usure du contenant par le contenu. Si l'on examine une cornée arrivée à ce point de destruction, on n'y voit plus rien que quelques débris des bandes du tissu connectif et une quantité énorme de granulations moléculaires (voy. fig. 10 et 12). L'ensemble du processus mériterait, d'après nous, le nom de dégénérescence colloïde.

b. Ou bien la dilatation canaliculaire et corpusculaire effectuée, le contenu ou protoplasma se segmente en deux, trois et même un plus grand nombre de tronçons de volume et de formes variables. Cette modification s'aperçoit très-souvent dans certaines lacunes ou certains canalicules dilatés placés immédiatement à côté d'autres à contenu encore transparent et amorphe (voy. fig. 7). Ces tronçons ne tardent pas à s'arrondir et à se présenter sous forme de noyaux ressemblant à des leucocytes (voy. fig. 11), si bien qu'au bout d'un certain temps, tout le système lacunaire a l'apparence de canaux remplis d'éléments ressemblant à ceux du pus, de formes et de grandeur variables (voy. fig. 9).

On peut s'assurer quelquefois qu'il y a véritablement genèse dans les lacunes ou canalicules aux dépens du protoplasma, parce qu'on voit les dimensions des éléments formés exactement calquées sur celles des alvéoles ou canalicules. En d'autres termes, les éléments corpusculaires qui naissent à l'extrémité caudale d'une lacune sont primitivement beaucoup plus petits que ceux qui apparaissent dans le renflement même (voy. fig. 11).

Au dernier terme du processus, l'apparence jusqu'à présent très-bien indiquée de canaux plus ou moins dilatés et munis de renflements plus ou moins réguliers disparaît, et l'on n'a plus sous les yeux que quelques traînées conjonctives, restant de la substance intercellulaire, et une quantité prodigieuse de leucocytes de formes et de dimensions différentes (voy. fig. 9).

Comme nous l'avons dit plus haut, le processus suppurant peut plus ou moins se mêler au processus colloïde. Dans certains cas

même, on pourrait croire, et cela arrive effectivement quelquefois, qu'on a affaire à une dégénérescence graisseuse du pus. Mais ce que nous avons appelé dégénérescence colloïde existe parfois si bien isolément, qu'on ne trouve, dans toute l'étendue des points malades d'une cornée, pas un seul élément globuleux plus ou moins granulé, marquant la transition entre le leucocyte et la granulation moléculaire ultime.

Il va sans dire qu'on peut trouver sur une seule et même cornée les différents degrés d'altération que nous venons de mentionner, parce que les modifications n'existent pas partout dans la même mesure : elles vont en diminuant du centre de lésion traumatique à la périphérie où existe parfois l'état normal le plus complet.

§ 5. — **Résumé.**

D'après tout ce qui précède, on peut voir : 1° que nous n'admettons nullement, avec Cohnheim, que ce qu'il appelle les corpuscules fixes de la cornée ne subit aucune modification dans le processus inflammatoire; nous croyons que cet auteur a été induit en erreur par les figures régulières de dépôts de chlorure d'or qu'il obtenait en employant une solution trop concentrée; 2° que nous différons de Virchow en ce sens que nous n'admettons pas que la multiplication des éléments dans les cornées enflammées ait pour point de départ des divisions nucléaires d'abord, et cellulaires ensuite; 3° que nous nous éloignons des idées de His en ce que, tout en adoptant avec lui ce qu'il appelle les espaces à incubation, nous ne croyons pas que la multiplication nucléaire ait pour point de départ des divisions primordiales et successives des noyaux réguliers des cellules normales; 4° que nous repoussons d'une manière absolue la manière de voir de Recklinghausen sur les corpuscules migrateurs, parce que nous n'avons jamais vu les éléments intra-lacunaires, tout aussi peu à l'état normal qu'à l'état pathologique, changer de forme et se déplacer d'une façon active, et qu'il nous a été impossible de voir pénétrer dans les lacunes dont s'agit des produits étrangers introduits dans le sang ou la lymphe; 5° que nous combattons également les théories

faisant naître les éléments de nouvelle formation dans un exsudat libre, parce que la structure de la cornée s'oppose à toute transsudation, à moins de déchirure ou d'attritions quelconques de tissu. Sous ce rapport nous nous rapprochons de Virchow et de His.

§ 6. — **Conclusions.**

Il nous reste maintenant à formuler d'une manière nette et précise les conclusions que nous croyons pouvoir tirer de nos expériences.

Il nous semble que nous devons rigoureusement admettre que sous l'influence de ce qu'on nomme le travail inflammatoire, il s'opère dans la cornée des modifications de nature et de quantité dans les sucs nutritifs circulant dans ce qu'on appelle le réseau ou les lacunes plasmatiques, d'où l'hypertrophie de ces dernières; et que c'est dans et aux dépens de ce protoplasma que se produisent les éléments de nouvelle formation qui sont l'indice ou la caractéristique du travail pathologique. Nous ne voyons nullement pourquoi le protoplasma, devenant libre pour une cause ou pour une autre, ne pourrait pas donner lieu à des multiplications cellulaires analogues à celles que nous voyons s'y développer quand il est renfermé dans les canalicules.

Il est bien entendu que les conclusions ci-dessus ne se rapportent qu'à l'inflammation destructive de la cornée, la seule que nous ayons étudiée jusqu'à présent (1).

EXPLICATION DES PLANCHES XIV, XV ET XVI.

Fig. 1. — Différence de volume des leucocytes intra (*a*) et extra vasculaires (*b*). Péritoine après 24 heures d'inflammation. — Grossissement, 200. (Microscope Nachet, oculaire 3, objectif 2.)

(1) Avant de terminer, nous tenons à remercier d'une manière spéciale notre ami M. Lacome, pour la peine et les soins qu'il a donnés à la confection de nos photographies. Les dessins explicatifs de ces mêmes photographies ont été faits par M. Ch. Vosselmann. Pour nos expériences, nous avons eu bien des fois recours à l'aide de MM. Boucbep et Blazer.

FIG. 2. — Epithélium des vaisseaux mésentériques de la grenouille. — Grossissement, 550. (Microscope Nachet, oculaire 3, objectif 3.)

FIG. 3. — Epithélium péritonéal après six heures d'inflammation avec leucocytes sous-jacents (c). — Grossissement, 350. (Microscope Nachet, oculaire 2, objectif 3.)

FIG. 1 *bis*. — Dilatation des corpuscules de la cornée dans la première période de l'inflammation. — Grossissement, $\frac{1}{500}$.

FIG. 2 *bis*. — Bande élastique postérieure de la cornée. — Grossissement, $\frac{1}{500}$.

FIG. 3 *bis*. — Coupe de cornée montrant la bande sous-épithéliale antérieure et le commencement de la dilatation des lacunes et des canalicules. — Grossissement, $\frac{1}{450}$.

FIG. 4. — Aspect lamelleux du tissu cornéen comprimé ou traité par des acides. — Grossissement, $\frac{1}{500}$.

FIG. 5. — Série de lacunes et de canalicules dilatés par l'inflammation de la cornée. — Grossissement, $\frac{1}{500}$.

FIG. 6. — Corpuscules très-dilatés où l'on voit que les noyaux y contenus n'ont pas subi de modification indiquant une segmentation. — Grossissement, $\frac{1}{500}$.

FIG. 7. — Jonction des corpuscules dilatés sous forme de chapelet. — *a*, Cellule où l'on voit la segmentation du protoplasma. — Grossissement, $\frac{1}{500}$.

FIG. 8. — Canalicules dilatés ayant à peu près le même diamètre que les lacunes. Grossissement, $\frac{1}{500}$.

FIG. 9. — Dernière période de suppuration de la cornée. — Grossissement, $\frac{1}{500}$.

FIG. 10. — Dilatation irrégulière du système lacunaire de la cornée. — Grossissement, $\frac{1}{500}$.

FIG. 11. — Développement de noyaux de différentes grandeurs ressemblant à des leucocytes dans des lacunes et des canalicules préalablement dilatés. Grossissement, $\frac{1}{500}$.

FIG. 12. — Période ultime dite de la dégénérescence colloïde. Grossissement, $\frac{1}{500}$.

FIG. 13. — Cornée. — Coupe transversale. — État normal. — (Vosselmann del.) — Grossissement, $\frac{1}{300}$.

ANALYSES ET EXTRAITS DE TRAVAUX FRANÇAIS ET ÉTRANGERS.

Des modifications morbides trouvées dans les cerveaux de trente personnes atteintes de folie, par M. le docteur J. B. Tuke, surintendant médical, et le docteur William Rutherford, professeur de physiologie au King's College de Londres (1).

REMARQUES PRÉLIMINAIRES

Pendant ces quatre dernières années, nous avons examiné avec le microscope les cerveaux de trente personnes, toutes ayant été atteintes de *folie chronique*, dans l'une ou l'autre de ses formes.

Les autopsies furent pratiquées dans les trente-six heures après la mort. Les parties de la substance nerveuse ont été immédiatement mises dans l'alcool, et dans une solution d'acide chromique vingt-quatre heures après. Les coupes ont été à plusieurs reprises colorées avec une solution ammoniacale de carmin, rendues transparentes par l'essence de térébenthine, et conservées dans le baume du Canada ou la glycérine. Les parties du cerveau examinées étaient : les bouts de lobes frontal et occipital, les circonvolutions de chaque côté de la scissure de Rolando près du sommet, les corps striés, les couches optiques, le cervelet, le pont de Varole, la moelle allongée et toute la portion qui était manifestement le siége de la maladie. Les cerveaux examinés appartenaient à des malades dont la mort arrivait consécutivement sans se trouver dans des conditions particulières. Les formes de la maladie observées sur ces sujets étaient les suivantes : paralysie générale, démence avec paralysie, démence chronique, folie épileptique.

Dans chaque cas nous avons remarqué une notable déviation, soit d'une façon, soit d'une autre, de la structure du cerveau à l'état de santé ; et cela même quand on n'aurait jamais examiné une *petite partie* du cerveau.

Jusqu'ici nous nous sommes occupés, dans nos observations, de la recherche des états morbides, et depuis peu seulement nous avons essayé de localiser le siége de la maladie dans les différents cas ; mais les matériaux sont encore trop limités pour admettre aucune conclusion définitive. Les manifestations morbides que nous avons observées sont les suivantes :

1° Dégénérescence grise ou sclérose ;

2° Sclérose miliaire ;

(1) *On the morbid appearances met with in the brains of thirty insane persons*, by J. B. Tuke and W. Rutherford (*From the Edinburgh medical Journal*, October 1869).

3° Excavations de diverses grandeurs ;

4° Des changements dans les cellules nerveuses ;

5° Des changements dans les tubes et fibres nerveux ;

6° Des changements dans les vaisseaux sanguins ;

7° Des granulations à la surface des circonvolutions cérébrales de la moelle allongée et de la membrane qui tapisse les ventricules ;

8° Des corps amyloïdes ;

9° Des changements dans les noyaux de la substance unissante (névroglie).

§ 1. — *Dégénérescence grise ou sclérose.*

Nous avons observé cette lésion dans plusieurs parties du cerveau. L'ordre de fréquence de son apparition a été le suivant :

1° La matière blanche des corps striés ;

2° Celle du cerveau et du cervelet ;

3° Celle du pont de Varole et de la moelle allongée.

Elle a été trouvée très-souvent dans le dernier organe dans des cas de folie épileptique. Des trente cerveaux que nous avons examinés, nous avons trouvé cette lésion dix-huit fois. Dans neuf cas, les sujets avaient offert la démence chronique ; la manie chronique dans trois ; la paralysie générale dans trois, et la folie épileptique dans trois.

Quand le tissu nerveux qui est le sujet de cette dégénérescence est durci et les minces coupes rendues transparentes par la térébenthine sont maintenues entre l'œil et la lumière, on peut, avec un peu d'habitude, apercevoir, à la simple vue, des tractus gris de plusieurs teintes et largeurs. Cependant, si le cas est d'apparition récente, le microscope est nécessaire pour sa démonstration. Les tractus, quelles que soient leur teinte et leur extension, sont invariablement moins transparents et plus denses que le tissu normal qui les environne. Rokitansky croit que le changement premier et principal est une augmentation de la trame de substance unissante (névroglie) qui sépare les éléments nerveux et les vaisseaux.

Ses noyaux se multiplient, et presque toute la substance homogène qui les entoure devient distinctement fibrillaire ; elle augmente de quantité pour presser sur les tubes nerveux et causer leur atrophie et désagrégation ; ceux-là présentent des granulations graisseuses, et souvent ils forment des corps colloïdes. Cependant Leyden pense que l'augmentation de la substance unissante est plus apparente que réelle. Il croit que la première altération est l'atrophie des tubes nerveux, et qu'à cause de leur disparition la matière dans laquelle ils sont contenus paraît augmentée. Selon Friedreich, la place des éléments nerveux est prise par un tissu fibreux, délicat, dont les fibres ne restent pas libres, mais entourées d'une substance granuleuse grise, dans laquelle on peut voir, après l'addition de l'acide acétique, des noyaux ronds ou ovales contenant chacun de deux à quatre nucléoles. Dans un cas de sclérose des cordons postérieurs de la moelle épinière, dans lequel on voyait le

premier degré du changement morbide, Charcot et Bouchard ont observé une substance amorphe finement granuleuse avec beaucoup de myélocytes des corps amyloïdes et la multiplication des noyaux dans les parois des vaisseaux capillaires. Dans l'opinion de Rindfleisch, la dégénérescence grise est constituée par les changements morbides suivants :

1° La multiplication des noyaux dans les parois des capillaires et des vaisseaux plus larges; cet auteur regarde ce fait comme le point le plus saillant;

2° La multiplication des noyaux de la substance unissante (névroglie) autour des vaisseaux;

3° Accumulation d'une quantité de matière moléculaire autour de ces noyaux de la névroglie, de façon à donner l'apparence de cellules nucléaires semblables en quelque sorte aux éléments à plusieurs noyaux de la moelle des os, tels qu'ils ont été décrits par Robin et Kölliker;

4° Le plasma périnucléaire et la substance fondamentale de la substance unissante (névroglie) éprouvent des transformations qui résultent de la formation de corps cellulaires avec des prolongements fibreux et délicats.

Rindfleisch attribue l'atrophie des éléments nerveux aux troubles de leur nutrition résultant des changements des parois vasculaires.

Nous n'avons trouvé cette lésion que dans la substance blanche des cerveaux que nous avons examinés. Au point de vue de la nature du changement morbide, nos observations nous conduisent d'abord avec Rokitansky à la regarder à son début comme une modification de la substance unissante. Il nous semble que dans la moelle allongée, la moelle épinière et le pont de Varole, la substance amorphe unissante ou névroglie présente une structure mucléaire et finement fibrillaire. Cependant dans le cerveau et le cervelet nous n'avons pu voir qu'une substance nucléaire homogène transparente non fibrillaire, analogue au tissu connectif fibreux de la moelle épinière. La finesse extrême des tubes de la matière blanche du cerveau comparée à celle des tubes de la moelle, rend l'investigation des conditions morbides dans le premier beaucoup plus difficile que dans la dernière. Mais une étude attentive des nombreuses coupes très-fines avec un grossissement de 800 diamètres et à immersion nous a démontré que l'augmentation et l'état strié de la névroglie, en même temps que la multiplication de ses noyaux (myélocytes), sont les changements essentiels dans la dégénérescence grise, ainsi que Rokitansky l'avait déjà signalé. Quelquefois la multiplication des noyaux précède la formation des fibres dans la substance ; d'autres fois on voit le contraire. Il y a dans quelques cas une multiplication remarquable dans les noyaux des parois capillaires, dans les tractus morbides ; mais nous n'avons pas pu confirmer l'observation de Rindfleisch, qui dit que le processus morbifique prend toujours son origine par là. Nos préparations démontrent positivement que l'altération morbide débute aussi souvent à quelque distance que dans le voisinage des vaisseaux. Quant à ce que deviennent les tubes nerveux dans les tractus morbides de la substance blanche du cerveau, nos observations nous permet-

tent à peine d'en parler avec confiance, en raison de la délicatesse de ces éléments. Ils *semblent* pourtant atteints d'atrophie, et cela ne peut guère être mis en doute ; car on les trouve dans la moelle épinière positivement dans des conditions analogues. Nous n'avons pas vu des traces de production de granulations graisseuses dans les tubes malades du cerveau. Parfois on voit apparaître des corps amyloïdes dans les tractus dégénérés, mais cela n'est pas très-fréquent. Dans un cas, nous avons trouvé une lésion qui de prime-abord semble exister ordinairement dans la dégénérescence grise telle que nous l'avons décrite ; mais un examen attentif nous a montré qu'elle n'a pas, jusqu'ici, été signalée. Dans les exemples que nous possédons, elle forme des plaques ou des taches. Elles sont tantôt rapprochées, tantôt à quelque distance des vaisseaux.

On observe que les noyaux de la substance unissante (névroglie) et ceux des parois des vaisseaux ont subi une remarquable multiplication. Celle-ci devient pourtant encore plus marquée dans les taches qui se trouvent plongées dans une matière demi-transparente, finement granuleuse, qui prend la place des fibres dans la dégénérescence grise. La matière granuleuse n'est pas arrangée autour des noyaux de façon à prendre l'apparence de masses cellulaires, de telle sorte que cette lésion ne présente pas les caractères de la dégénérescence grise, comme elle a été décrite par Rindfleisch. Elle diffère de la dégénérescence grise en ce que la multiplication des noyaux (myélocytes) de la névroglie est plus masquée et en une formation de matière granuleuse au lieu des fibres qui sont caractéristiques de la dégénérescence grise ou sclérose. La matière granuleuse semble résulter de quelque transformation de la matière unissante fondamentale (névroglie) et peut-être aussi des tubes nerveux. Elle prend leur place, non pas parce qu'elle les pousse, comme si elle avait augmenté de quantité et les faisait sortir de leur centre, mais comme si elle provenait de leur transformation.

Il peut se faire qu'elle soit une variété de la dégénérescence grise. Nous inclinons à croire qu'elle avait été déjà vue par MM. Charcot et Bouchard. Cependant nous avons pris la précaution de la montrer au premier de ces auteurs qui nous a dit n'avoir pas vu cette lésion auparavant.

§ 2. — *Sclérose miliaire.*

Sous ce titre nous proposons de désigner l'affection que nous avons soigneusement décrite dans *The Edinburgh medical Journal*, numéro de septembre 1868. Nous voudrions prévenir le lecteur contre ce qui pourrait faire croire que ce terme indique une forme de la dégénérescence grise (la sclérose des écrivains français). Nous adoptons le mot parce qu'il indique simplement des plaques rondes et durcies.

Cette lésion consiste en des plaques blanchâtres demi-opaques, ressemblant à des petits grains de millet. Leur grandeur est de $^1/_{40}$ de pouce anglais, et, comme la dégénérescence grise et la lésion que nous venons de décrire,

elle sont presque limitées à la substance blanche. Lorsque le dévoloppement de cette lésion est très-avancé, on reconnaît vite les taches à l'œil nu. Elles consistent en un matière grasse demi-opaque située au milieu de quelques fibres incolores extrêmement délicates. La lésion est due à la formation de masses en forme de cellules, composées de matière granuleuse dans chacune desquelles on peut parfois distinguer un noyau. Par la formation et la croissance de ces corps cellulaires, les tubes nerveux et les vaisseaux sanguins sont refoulés, et l'on peut les voir par suite incursés autour des tractus morbides. Nous n'avons pas encore pu déterminer l'origine de ces masses cellulaires. Elles ne viennent certainement pas des noyaux des parois vasculaires. Elles proviennent plus probablement de ceux de la névroglie (myélocytes). Nous avons cru d'abord que cette lésion avait été décrite par Rindfleisch comme étant la dégénérescence grise ; mais il dit que les noyaux (myélocytes) de la névroglie commencent à se multiplier, et que c'est alors qu'il apparaît de la substance moléculaire autour de chaque noyau, et avec cette matière sont unies beaucoup de fibres délicates. La lésion décrite par nous diffère de celle mentionnée par Rindfleisch en ce que dans le premier degré de son développement on ne peut voir aucune multiplication de noyaux de la névroglie. Un *seul* corps moléculaire de forme cellulaire faisant son apparition tout le premier, il peut se faire qu'il résulte d'une transformation d'un noyau de la névroglie. D'autres corps cellulaires apparaissent, résultant de la division du premier, ou s'élèvent sur ses côtés par un processus semblable à celui qui lui donna naissance. Il n'y a pas des fibres unies aux masses cellulaires, ni augmentation de la substance connective ou névroglie, fait qui la distingue d'emblée de la dégénérescence grise telle qu'elle a été décrite par Rokitansky et par Rindfleisch.

Nous devons renvoyer le lecteur à nos gravures et descriptions de cette lésion dans *The Edinburgh medical Journal* de septembre 1868. Quand nous l'avons décrite, alors nous l'avions trouvée seulement une fois. C'était dans un cas d'atrophie d'une moitié du cervelet. La lésion fut trouvée dans la substance blanche du cervelet. Depuis, nous l'avons constatée dans cinq cas sur les trente que nous avons examinés. Dans quatre cas elle siégeait au sein de la substance blanche des circonvolutions ; dans le cas déjà cité, elle siégeait dans la substance blanche du cervelet. Le Dr Kesteven a mentionné un cas dans lequel il trouva cette lésion dans la moelle allongée.

Il est bon de noter que cette lésion n'est pas la même que celle que le docteur Lockhart Clarke a décrite sous le nom de *dégénérescence granuleuse transparente*. Dans cette dégénérescence on a trouvé des plaques granuleuses *transparentes*. Nous avons montré nos préparations au docteur Clarke, qui a regardé d'accord avec nous les lésions comme essentiellement différentes.

§ 3. — *Des excavations.*

Nous avons observé des cavités dont la largeur était de $^{1}/_{50^{e}}$ de pouce. Nous

les avons observées seulement dans la substance blanche du cerveau. Nous les avons vues le plus souvent dans le corps strié, mais nous les avons trouvées aussi dans le pont de Varole et dans la matière blanche des circonvolutions. Ces trous ont leurs bords déchirés par la terminaison brusque des éléments nerveux sur leur bord. Les divers éléments du cerveau semblent avoir été résorbés. Dans nos préparations qui avaient été durcies dans une solution d'acide chromique et conservées dans le baume du Canada, les trous étaient tout à fait vides. Il n'y a pas de doute qu'ils devaient être remplis de quelque matière pendant la vie, mais nous n'avons rien pu savoir jusqu'à présent sur la nature de ce contenu. Nous ne pouvons émettre non plus une opinion définitive sur la manière dont ces trous se sont formés. Ils sont probablement dus à une désagrégation du tissu nerveux dont les résidus ont été déplacés par la solution employée pour le durcir. Ces trous sont tout à fait différents de ceux dernièrement décrits par le docteur Clarke dans la séance de l'Association médico-psychologique qui eut lieu à York (août 1869), en ce qu'ils n'ont pas de connexion apparente avec les vaisseaux sanguins et qu'ils sont manifestement dus à une solution de la continuité des éléments nerveux. C'est ce qui rend évident l'aspect déchiré de leur parois.

On sait bien que lorsqu'on a fait macérer pendant longtemps dans l'alcool des portions du système nerveux central, il se forme des trous à bord déchirés dus à l'action de l'alcool. Dans ces cas-là, les trous contiennent des cristaux et des parcelles détachées du tissu nerveux qu'on ne distingue pas dans ceux que nous venons de décrire. De plus, nous avons observé ces excavations dans des cervaux durcis au moyen d'une solution d'acide chromique. D'après notre propre expérience, cet agent durcissant ne produit pas des déchirures dans le tissu nerveux, même lorsqu'il a été macéré pendant deux ans au moins.

§ 4. — *Des changements dans les cellules nerveuses.*

L'atrophie des cellules prismatiques pyramidales des circonvolutions du sommet a été observée dans trois cas. Les cellules étaient au moins d'un huitième au-dessous de leur grandeur normale, mais sans présenter aucune apparence de dégénérescence granuleuse.

La dégénérescence pigmentaire des cellules nerveuses, décrite par Van der Kolk, Meschede et autres, a été aussi souvent observée dans les cellules pyramidales et les autres cellules des circonvolutions cérébrales, dans celles du corps strié, des corps frangés du cervelet et de la moelle allongée. Le nom de *fuscous degeneration* est suggéré par leurs caractères. En général, les granulations brunes, rougeâtres apparaissent d'abord dans le noyau, et alors on a observé le nucléole comme une tache noire. Elles s'étendent graduellement vers la périphérie de la cellule, atteignent les prolongements, et il ne reste à la fin, pour montrer la position de la cellule primitive, qu'une masse granuleuse brune, rougeâtre, quelquefois anguleuse. Parfois on a

trouvé cette masse plus large que ne l'était la cellule qu'elle représente. Ces altérations ont été observées dans des cerveaux, soit frais, soit macerés, étant facilement démontrables dans les deux cas. Les cellules de la couche cellulaire du cervelet n'ont jamais été trouvées altérées.

Dans certains cas, les cellules nerveuses etaient entourées par des espaces clairs. Bien qu'il soit impossible de dire si cette apparence est morbide ou non, elle mérite d'être mentionnée.

§ 5. — *Des changements des tubes nerveux.*

On a souvent observé l'atrophie des tubes. Dans un cas de démence chronique compliquée de chorée, les tubes nerveux des racines antérieures et postérieures des nerfs spinaux avaient subi une dégénérescence pigmentaire semblable à celle qui a été notée dans les cellules et à laquelle nous venons de faire allusion.

§ 6. — *Des changements dans les vaisseaux sanguins.*

La dégénérescence graisseuse des vaisseaux de la pie-mère a été très-souvent rencontrée, surtout vers leur bifurcation. Les replis et la dilatation anévrismale existaient presque constamment dans la paralysie générale. La multiplication considérable des noyaux (myélocytes) de la névroglie et les dépôts d'hématoïdine n'étaient pas rares. Une dilatation remarquable des conduits périvasculaires a été observée dans les cas de paralysie générale dans lesquels la cause immédiate de la mort avait été l'apoplexie. Tous les canaux vasculaires du cerveau qui furent examinés étaient très-dilatés, les vaisseaux reposant directement sur un côté comme s'ils adhéraient. La différence entre le calibre des vaisseaux et celui des canaux variait de un huitième à un douzième. L'espace ne contenait aucune matière organisée. Autant que nous sachions, cet état des canaux n'a pas été décrit jusqu'à présent.

§ 7. — *Granulations.*

Les granulations de la membrane qui double les ventricules (épendyme, J. et Ch. Wenzel), décrites par le docteur Lockhart Clarke, ont été observées aussi dans la pie-mère des lobes pariétal et occipital et de la moelle allongée dans beaucoup de cas de *paralysie générale*, et de *manie* et démence à longue durée. Quelle que fût la portion du cerveau où elles survenaient, elles étaient étroitement serrées les unes contre les autres, et résultaient évidemment d'une altération de la couche épithéliale. Dans les cas plus récents elles étaient demi-transparentes, d'aspect villeux. Dans les plus anciens, elles présentaient l'apparence de nodules rudes irréguliers ; des cellules épithéliales ont été remarquées dans leurs bords les plus éloignés. Elles semblaient contenir une substance homogène, et comme on voyait cette substance s'étendre à quelque distance dans la matière cérébrale, il est

probable qu'elles provenaient d'une exsudation de lymphe plastique ayant soulevé la couche épithéliale. Il nous semble que ces granulations n'ont été remarquées jusqu'ici que sur le plancher des ventricules, mais nous possédons beaucoup de coupes qui démontrent leur existence à la surface des circonvolutions postérieures et pariétales et dans la moelle allongée.

§ 8. — *Des corps amyloïdes et colloïdes.*

Ces corps étaient rarement absents dans les cerveaux des sujets malades depuis longtemps. Il semble qu'on trouve deux sortes de ces corps, l'une qui se colore rapidement par le carmin, tandis que l'autre reste inattaquable même après avoir subi l'influence du réactif pendant plusieurs heures. Ceux-ci étaient parfois dix fois plus larges qu'un globule sanguin, ceux-là ne l'étaient jamais plus de deux fois. Nous avons considéré ces corps colorés plus petits comme « *amyloïdes* », et les plus grands non colorés comme « *colloïdes* », en faisant abstraction de toute théorie, et seulement pour établir une distinction entre eux. Les corps *amyloïdes* ont été surtout trouvés à la surface des circonvolutions, de la moelle épinière et de la moelle allongée au-dessous de la pie-mère. Ils ont été accidentellement trouvés dans la substance blanche du cerveau. Leur siége le plus fréquent est la scissure longitudinale postérieure de la moelle allongée. Nous n'avons pu obtenir une réaction avec la teinture d'iode, et l'existence des stries concentriques est douteuse, dans un cas d'ataxie locomotrice où les cordons postérieurs atrophiés de la moelle étaient représentés par une agrégation de ces corps-là en quantité considérable.

Les corps plus larges et non colorés ont été plus souvent rencontrés dans la substance du cerveau. Ils ont été observés dans les deux substances blanche et grise. Virchow soutient que l'existence de l'une et l'autre ou des deux sortes de corps est normale ou du moins le résultat d'une régression naturelle. Mais leur prédominance dans les cerveaux des aliénés, comparativement aux cerveaux de ceux qui ne l'ont pas été, et leur nombre immense, dans le premier cas, engagent à les considérer comme des produits morbides.

§ 9. — *Des changements dans les noyaux de la névroglie (myélocytes).*

Dans quelques cas nous avons observé une diminution dans le nombre de ces corps; leur prolifération est pourtant plus fréquente. Ces noyaux proliférés forment soit des rangées, soit des amas. Ils sont ordinairement au nombre de trois ou quatre dans un amas, mais nous en avons observé une fois jusqu'à vingt dans le même groupe. Les corps qui résultent de la prolifération ressemblent beaucoup au noyau originel; ils sont, comme lui, colorés par le carmin. Cette prolifération est sans doute la suite d'une irritation. Quand la prolifération est bien complète, la substance nerveuse entière présente une apparence granuleuse et sombre anormale. A ce propos, il faut se méfier

d'une apparence trompeuse qu'on trouve parfois dans des coupes fines et très-transparentes dans lesquelles les noyaux semblent être augmentés en quantité, quoiqu'en réalité ils n'aient pas subi de multiplication.

En résumé, nous pensons que ces manifestations morbides ne sont que les changements plus accusés et plus apparents de celles qui peuvent être encore démontrées dans les cerveaux des aliénés. Grâce aux travaux incessants et féconds du docteur Lockhart Clarke plus particulièrement, nous sommes à présent en possession des principaux faits concernant la structure normale du cerveau. Ce grand histologiste nous a mis en état de distinguer la structure de plusieurs circonvolutions ; il a découvert beaucoup de ces communications des nerfs cérébro-rachidiens jusqu'alors inconnues, et les connaissances qu'il a mises en lumière permettent aux pathologistes de distinguer la structure morbide de l'état normal. Il est à espérer qu'il mettra bientôt les observations anatomiques les plus importantes de ce genre à la portée de tous les gens studieux.

J. B. Pettigrew, *Disposition du système musculaire de la vessie et de la prostate, et du mécanisme d'occlusion de l'urèthre et des uretères.* (On the muscular arrangements of the bladder and prostate and the manner in wich the ureters and urethra ore closed, by James Bell Pettigrew, in *Philosophical Transactions.* London, 1867. Part. I, in-4°.)

ANALYSE PAR M. GIRALDÈS.

Les recherches dont les résultats sont exposés dans ce mémoire ont trait à la disposition des fibres musculaires de la vessie, etc.

Ces recherches ont été instituées au moyen d'un procédé d'administration anatomique, de nature à rendre visibles et à suivre dans leur trajet les divers ordres de fibres de l'organe en question.

Ce procédé, très-simple et très-efficace, consiste à remplir la cavité de la vessie et de l'urèthre avec du plâtre liquide coloré en bleu. Le plâtre, en se coagulant, en devenant solide, distend l'organe dans tous les sens. Celui-ci peut ensuite être macéré dans l'alcool.

Les pièces ainsi préparées permettent de disséquer et de se rendre compte de la marche des fibres musculaires, de faire des coupes dans divers sens et de voir par transparence l'ensemble du système musculaire de l'organe.

De nombreuses pièces, déposées au Musée du collége des chirurgiens de Londres, révèlent tout le parti qu'on peut obtenir de ce procédé anatomique. Ces recherches instituées chez l'homme et chez les animaux ont permis à M. Pettigrew de débrouiller et de bien exposer la direction des fibres musculaires de la vessie et de la prostate.

L'auteur démontre :

1° Que la vessie présente un plan de fibres longitudinales qu'on retrouve à la partie antérieure et postérieure de cet organe. Ces fibres longitudinales gagnent le sommet de la vessie, se perdent les unes dans l'ouraque, les autres dans le péritoine, et enfin le plus grand nombre contourne le sommet de la vessie et se continue avec les fibres longitudinales postérieures.

Les fibres longitudinales prennent naissance de la symphyse du pubis, des parties latérales et postérieures de la prostate.

Le second ordre de fibres constitue un ensemble d'anses en 8 de chiffre, offrant une anse plus ou moins serrée, et dont l'anse supérieure pour les fibres superficielles passe autour de l'ouraque, tandis que l'anse inférieure entoure le col de la vessie et contribuera à la formation du sphincter de cet organe. Les fibres en anse sont plus fortes, plus robustes, plus marquées que les fibres superficielles ou longitudinales.

Les fibres en anse présentent des différences, et cette différence constitue des fibres qu'on pourrait ranger sous un chef différent : ainsi, les plus superficielles forment des anses allongées, ou elliptiques, autour de l'ouraque et du col vésical ; les autres, des anses circulaires latérales, ou occupant le corps de la vessie, mais ne tournant pas autour de l'ouraque.

Toutes ces fibres sont loin de former des plans distincts, des stratifications ; au contraire, elles s'entremêlent entre elles, se coupent sous des angles différents et semblent former un réseau inextricable, tandis que, par le procédé employé, il est facile de les suivre dans tout leur trajet.

En résumé, les fibres musculaires de la vessie affectent une direction spiroïde, formant des 8 de chiffre, dont l'anse supérieure embrasse, entoure l'ouraque, et l'inférieure le col de la vessie.

Les fibres antérieures ou verticales s'entrecroisent à leur point d'origine, s'entrecroisent également autour de l'ouraque.

Les fibres obliques antérieures, ou latérales, viennent constituer le sphincter de la vessie ; ce sphincter, formé par la réunion d'un très-grand nombre d'anses musculaires formant la partie inférieure du 8 de chiffre de chaque anse musculaire, explique comment la partie supérieure se distendant comprime la partie inférieure.

Les uretères sont entourés par des fibres spiroïdes à anse supérieure pour embrasser l'orifice de ces conduits, et à anse inférieure autour de l'urèthre.

Ce système de fibres constituant ce qu'on connaît comme fibres du trigone vésical, obéit à la loi qui préside à la disposition des fibres obliques de la vessie, c'est-à-dire des anses en 8 de chiffre ; aussi, par la dilatation de l'une, l'autre est tiraillée et serrée, et contribue à fermer les orifices en question.

Des planches photographiées et des gravures permettent de suivre la minutieuse description donnée par l'auteur.

Ce travail met en pleine lumière l'arrangement du système musculaire de la vessie, et le procédé que l'auteur a suivi pour atteindre ce but mérite d'être employé, ainsi qu'il l'a fait, pour l'étude des fibres musculaires de l'estomac et des intestins.

Sur la visibilité des divers rayons colorés du spectre pour les animaux, par M. Bert. (Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*. Paris, 1869, t. LXIX.)

Tous les animaux voient-ils les rayons que nous appelons lumineux dans le spectre? En voient-ils que nous ne voyons pas ? S'il y a identité dans l'étendue de la perception du spectre lumineux pour eux et pour nous, y a-t-il aussi identité dans l'énergie relative des sensations visuelles dans les régions diverses du spectre ?

Ces questions, qui ont jusqu'ici beaucoup plus préoccupé les philosophes que les physiologistes, n'ont jamais été étudiées par la voie expérimentale. Et cependant elles présentent un intérêt non douteux pour la philosophie naturelle. Ne pouvant expérimenter sur des animaux appartenant à toutes les classes du règne animal, j'en ai choisi, du moins, d'aussi éloignés de nous que possible et par leur constitution générale et par la structure de leur œil.

Les *Daphnies puces*, petits crustacés presque microscopiques, si communs dans nos eaux douces, sont très-sensibles à la lumière, et, pendant la nuit, s'approchent vivement d'un flambeau qu'on leur présente. J'ai mis à profit cette particularité.

Un certain nombre de ces animaux sont placés dans un vase obscur, où la lumière ne peut pénétrer qu'à travers une fente étroite. Si l'on fait tomber sur cette fente une région quelconque du spectre fourni par la lumière électrique, on voit les petites Daphnies, qui, jusque-là, nageaient indifféremment dans tous les points du liquide, se rassembler en foule dans la direction de la fente devenue pour nous lumineuse. On les fait ainsi accourir, qu'on leur envoie les rayons rouges, les rayons violets ou la série intermédiaire. Ainsi, premier point établi, ces animaux perçoivent à l'état lumineux tous les rayons que nous voyons nous-mêmes.

Quand on amène sur la fente la région ultra-violette du spectre, si la lueur est assez faible pour que nous n'éprouvions pas (conditions ordinaires, prismes de flint-glass) de sensation bien nette, les Daphnies paraissent y être tout à fait indifférentes. Mais la chose est bien plus saisissante à l'autre extrémité du spectre. Dans le rouge extrême, là où nous percevons très-bien la lumière, les Daphnies s'agitent et s'empressent; mais à peine a-t-on, en faisant tourner le prisme, amené sur la fente la région obscure moins réfrangible, qu'immédiatement elles se détournent et se dispersent dans le vase tout entier; cette région si riche en rayons non visibles pour nous n'est donc pas aperçue par elles. Donc, second point établi, ces animaux ne perçoivent à l'état lumineux aucun des rayons que nous ne voyons pas nous-mêmes.

En examinant l'action successive des régions diversement colorées du spectre, il est facile de constater que les animaux arrivent d'autant plus vite que la région en expérience nous paraît plus brillante. Ainsi le jaune, le

rouge, le vert les attirent beaucoup plus vite que le bleu et surtout le violet. Mais le résultat est bien plus manifeste lorsque tous les rayons du spectre lumineux agissent simultanément. Sur une cuve à glaces parallèles, peuplée d'une grande quantité de Daphnies, on fait tomber le spectre, dont l'étendue visible occupe environ la moitié de la longueur de la cuve. Aussitôt, tous les petits animaux se mettent en mouvement; l'immense majorité se groupe dans les rayons de la région moyenne, de l'orangé au vert; on en voit encore un certain nombre dans le rouge; il y en a beaucoup moins dans le bleu; ils deviennent de plus en plus rares à mesure qu'on s'avance vers l'extrémité la plus réfrangible, et l'on n'en voit presque pas au delà du rouge et dans l'ultra-violet.

Ainsi, les rayons dont l'intensité lumineuse est pour eux plus grande sont aussi ceux qui sont pour nous les plus éclairants : les rayons jaunes tiennent la tête. Donc, troisième point établi, l'énergie relative des sensations visuelles dans les régions diverses du spectre est la même chez ces animaux et chez nous.

Si, maintenant, nous considérons, d'une part, la structure de nos yeux et celle si différente de l'œil unique des Daphnies (œil composé sans facettes), d'autre part la distance énorme qui sépare les types zoologiques, nous sommes, jusqu'à un certain point, autorisés à généraliser les conclusions précédentes, et à admettre, jusqu'à preuve contraire, que tous les animaux, dans la série entière, voient les mêmes rayons et qu'ils les voient avec la même intensité relative. En d'autres termes, qu'il y a, entre la nature de la matière nerveuse, envisagée, d'un côté, dans certaines terminaisons périphériques, et d'un autre côté, dans certains centres ganglionnaires, et la force vive des vibrations éthérées dont la longueur d'onde est comprise environ entre 800 et 300 millioniémes de millimètre, des relations telles que, chez tous les animaux, cette force vive peut se transformer en une impression, puis donner naissance à une sensation et même à une perception identique pour chaque rayon pris en particulier.

Les mouvements de l'œil éclairés à l'aide du phénopthalmothrope, par F. C. Donders.

(Planche VIII.)

Les mouvements de l'œil ont été étudiés avec beaucoup de soin, de sorte que leur mécanisme passablement compliqué est, en général, élucidé d'une manière satisfaisante. Nous connaissons les lois suivant lesquelles ces mouvements s'exécutent, et nous savons en outre dans quelles conditions se présentent certaines déviations légères d'ailleurs et qui ne sont pas tout à fait semblables pour des yeux différents. Mais, en dépit de cette perfection relative de nos connaissances, ce point de doctrine est resté une pierre d'achoppement pour beaucoup d'ophthalmologistes. Dans nos livres, on ne saurait le

nier, il règne à cet égard, et surtout au sujet de ce qu'on appelle le mouvement de roue, une certaine confusion, et dans l'enseignement, on voit les efforts les plus consciencieux pour donner une idée claire du mécanisme en question, échouer auprès d'un grand nombre d'auditeurs.

A diverses reprises, on a essayé de venir en aide à la faculté de représentation, au moyen de certains instruments qu'on a appelés ophthalmotropes. D'une manière générale, ces appareils ont pour but de rendre visible l'action des muscles de l'œil. Mais, ce qui importe avant tout, c'est qu'on se fasse une idée exacte des mouvements eux-mêmes. C'est en cela que paraît résider la difficulté principale pour la plupart des personnes. Une fois qu'elles se rendent nettement compte des mouvements, elles reconnaissent sans peine quels sont, dans la production de ses mouvements, les muscles qui se raccourcissent activement, et quels sont ceux qui s'allongent d'une manière passive. Pour ce motif, il m'a semblé utile de construire un instrument qui rendît sensibles, en premier lieu, les mouvements. On pourrait le distinguer des ophthalmotropes déjà connus, par le nom de phénophthalmotrope (de φαινω, rendre visible, ὄφθαλμος, œil, et τρὸπη, action de tourner). Pour faire comprendre ses usages, nous passerons en revue les mouvements de l'œil, en les rattachant à la description de l'instrument.

Il fut un temps où l'on partait des muscles de l'œil, pour chercher à remonter de ceux-ci aux mouvements du globe oculaire. Les quatre muscles droits de l'œil étaient alors regardés comme suffisants pour donner toutes les directions voulues à la ligne de fixation, passant par le point de rotation et le point de mire dans l'espace, et l'on croyait que de cette manière toutes les conditions du problème étaient satisfaites. Il fallait donc trouver une autre fonction aux muscles obliques de l'œil. Au lieu d'une, on en découvrit deux. La cause du pouvoir d'accommodation n'était pas connue : on se demanda si les muscles obliques de l'œil ne seraient pas capables, par pression sur le globe oculaire, d'allonger l'axe visuel et de pourvoir ainsi à l'accommodation. Sans preuve aucune, on se contenta de cette solution réciproque de deux inconnues. Dans l'effet supposé, les muscles agissaient de concert. Mais on sut aussi assigner une tâche à leur action isolée. De la direction des muscles obliques on conclut qu'ils devaient être en état de faire tourner l'œil autour de l'axe optique, et, effectivement, M. Hueck crut avoir reconnu une pareille rotation pendant les mouvements d'inclination latérale de la tête : jusqu'à concurrence de 25 à 28 degrés, l'inclination de la tête serait compensée, de chaque côté, par une rotation autour de l'axe optique, de sorte que les méridiens verticaux ne cesseraient pas de rester verticaux. Le premier rôle attribué aux muscles obliques de l'œil tomba de lui-même avec la découverte de la cause de l'accommodation, et la rotation autour de l'axe visuel ne put se soutenir en présence du fait, facile à constater, qu'en inclinant la tête sur le côté, les images consécutives formées sur la rétine se déplacent dans la même direction et, certainement, à peu près de la même quantité. L'idée heureuse de consulter les images consécutives pour se rendre compte de la

position de l'œil, est due à M. Ruete, qui sut également assigner bientôt leur signification véritable aux muscles obliques. Il trouva, en effet, que le méridien vertical conserve sa position verticale, tant lorsque l'œil, tournant autour de l'axe transversal, se dirige directement en haut ou en bas, que lorsque, tournant autour de l'axe vertical, il se meut à droite ou à gauche dans un plan horizontal ; mais qu'au contraire, quand l'œil se dirige en haut de côté, le méridien vertical s'incline de ce même côté, tandis que si l'œil se porte en bas de côté, ce méridien penche du côté opposé. Or, il est clair que si, en regardant directement en haut ou en bas, les seuls muscles actifs étaient les muscles droits supérieur et inférieur, dont la direction fait un angle d'environ 20 degrés avec l'axe optique, le méridien prendrait une position oblique, et que cette obliquité ne peut être composée que par le concours du muscle oblique inférieur avec le droit supérieur, et du muscle oblique supérieur avec le droit inférieur. Dans l'un et dans l'autre cas, deux muscles agissent de concert et se soutiennent mutuellement sur l'axe transversal, tandis qu'ils se neutralisent sur l'axe visuel, et ce n'est que de cette manière que le méridien vertical peut garder sa position verticale quand les lignes de fixation se dirigent droit en haut ou droit en bas.

Dans cette méthode, comme on le voit, on commença par déterminer le mouvement de l'œil, pour en déduire ensuite l'action des muscles. C'est là, ainsi que je l'ai fait remarquer, la seule voie pouvant conduire à dévoiler le mécanisme d'un mouvement. Permis à l'anatomiste de se demander, en faisant la description d'un muscle, quel mouvement résulterait de la contraction de ce muscle s'il se présentait réellement isolé ; — la tâche du physiologiste est d'étudier les mouvements eux-mêmes, pour rechercher ensuite quels sont, dans le nouvel état d'équilibre, les muscles allongés ou raccourcis, et à quelle tension ils se trouvent soumis. M. Hueck avait cru s'être assuré de l'existence du mouvement de roue, dans l'inclination latérale de la tête, par le changement de direction des vaisseaux visibles de la conjonctive. A cela j'objectai que, dans les expériences de M. Hueck, les lignes de fixation, pour continuer à se porter sur un même point rapproché de l'observateur, devaient changer de direction par rapport à la tête, et que l'inclination qui en résultait pour les méridiens verticaux pouvait simuler un mouvement de roue. Une expérience qui me semble tout à fait décisive, est celle où l'œil se contemple lui-même dans un petit miroir tenu entre les dents, et voit alors, à chaque mouvement de la tête, les vaisseaux de la conjonctive et les points visibles de l'iris conserver invariablement la même position par rapport aux paupières, aux angles de l'œil et aux lignes du visage. Je reconnus en outre, en faisant usage des images consécutives d'un ruban vertical, que, pour chaque direction déterminée de la ligne de fixation, relativement à la tête en position verticale, et quels que fussent les détours employés pour arriver à cette direction, la situation du méridien vertical, et par conséquent celle de l'œil tout entier, restait invariablement la même.

La loi ainsi trouvée est formulée par M. Helmholtz, qui lui donne le nom

de loi de Donders, de la manière suivante : « L'angle du mouvement de roue de chaque œil n'est, en cas de parallélisme des lignes visuelles, fonction que de l'angle ascensionnel et de l'angle de déplacement latéral. »

On voit que M. Helmholtz, pour déterminer la position de l'œil, introduit un angle de mouvement de roue. Plus loin, nous reconnaîtrons ce que M. Helmholtz entend par cette expression (1). Quant à moi, je crus devoir l'éviter parce que le mouvement de roue ne me paraissait pas démontré, — et, en effet, d'après la loi de Listing, il ne peut être question d'un véritable mouvement de ce genre dans le passage de la position primaire à une position secondaire, quelle que soit celle-ci. Il me sembla que par l'inclinaison du méridien vertical primitif, dans la situation normale de la tête, la position de l'œil était déterminée tout aussi bien, et en accord avec la direction des images consécutives. Dans mon Mémoire, j'arrivai à la conclusion que les méridiens verticaux s'inclinent d'autant plus que, pour une même élévation ou un même abaissement, le regard se porte plus de côté, et aussi d'autant plus que, pour une même déviation latérale, le regard se meut davantage vers le haut et vers le bas. Plus tard j'exécutai, d'après une méthode que j'avais développée dans mon Mémoire (2), un grand nombre de mesures de l'écart de la position verticale, tel qu'il correspond à chaque direction de la ligne de fixation; mais, comme je ne réussis pas à ramener ces écarts à une loi déterminée, cette seconde partie de mon travail ne fut pas publiée. D'autres ne furent pas plus heureux que moi dans leurs tentatives. C'est par une voie différente que la vérité se fit jour : une loi fut énoncée à priori ; il ne fut pas difficile de la soumettre au contrôle de l'expérience, et il se trouva heureusement qu'elle résistait à cette épreuve.

Le principe posé hypothétiquement par M. Listing (3) s'énonce ainsi : « Lorsque l'œil passe de la position normale (primaire) à une position secondaire quelconque, on peut se représenter ce changement de position comme le résultat d'une rotation autour d'un axe déterminé, lequel, passant par le centre de l'œil, serait toujours à la fois perpendiculaire à la direction primaire et à la direction secondaire de l'axe optique ; par conséquent, chaque position secondaire se trouve par rapport à la position primaire dans la relation *en vertu de laquelle la rotation projetée sur l'axe optique est* = 0. »

(1) On est porté à croire que l'exposition de M. Helmholtz présente des difficultés au lecteur, tellement grand est le nombre de personnes qui, croyant voir une contradiction entre sa doctrine et la mienne, font preuve de ne l'avoir pas comprise. Entre autres, M. Giraud-Teulon, malgré sa connaissance exacte de tout ce qui a rapport à la physiologie de l'œil, vient de tomber dans cette erreur (voy. ce Journal, 1870, p. 351), preuve certaine que la construction du phénophthalmotrope et son application à l'éclaircissement des mouvements de l'œil n'étaient pas superflues.

(2) *Holländische Beiträge zu den anatomischen Wissenschaften.* 1846, t. I, p. 135.

(3) Communiqué d'abord par M. Ruete, *Lehrbuch der Ophthalmologie.* Braunschweig, 1853, 2e édition, t. I, p. 36.

M. Meissner trouva les résultats de ses recherches conformes à cette loi; mais c'est de nouveau à M. Helmholtz que nous devons l'expérience simple par laquelle chacun peut se convaincre de l'exactitude du principe. Cette expérience repose sur l'emploi des images consécutives. Nous avons vu plus haut que l'image consécutive d'un ruban vertical reste verticale lorsque, la tête conservant la position normale, nous élevons et abaissons le regard dans un plan vertical, c'est-à-dire dans la direction du ruban. Or, ceci est vrai non-seulement d'un ruban vertical, mais aussi d'un ruban ayant une autre direction quelconque : il suffit qu'on fasse mouvoir l'œil de telle sorte, que la ligne de fixation et le ruban tendu se trouvent dans le même plan. En traçant sur un mur des rayons, partant d'un centre autour duquel peut tourner un ruban de couleur claire, on pourra faire coïncider celui-ci successivement avec chacun des rayons : après avoir fixé le ruban de l'œil, dans la position verticale de la tête, on verra alors, chaque fois, l'image consécutive suivre le rayon lorsque le regard se meut suivant sa direction, tandis que, si le regard se promène le long d'un autre rayon, l'image s'en écartera constamment. Ce résultat implique l'exactitude de la loi de Listing. L'expérience montre, en effet, que le méridien dans lequel est situé le ruban conserve sa direction quand la ligne de fixation se meut dans le plan de ce méridien. Ce méridien tourne donc, dans ce cas, autour d'un axe qui le coupe perpendiculairement, savoir, au centre de rotation lui-même. En d'autres termes, l'œil, en passant de la position primaire à la position secondaire, tourne autour d'un axe perpendiculaire au plan qui comprend les lignes de fixation primaire et secondaire : c'est la loi de Listing.

C'est cette loi qu'il faut maintenant, en premier lieu, rendre sensible par le phénophthalmotrope.

Dans cet instrument (Planche, fig. VIII, vu de côté, en perspective), le globe oculaire O tourne avec l'anneau RR (dont il sera question plus loin) dans l'anneau R′; dans la position figurée, l'axe autour duquel se fait cette rotation est horizontal et montre une de ses extrémités en a'. La ligne de fixation se meut donc dans un plan vertical, en s'élevant ou s'abaissant. L'axe a' porte un petit disque circulaire pourvu d'un arc gradué g' ; l'index i', qui dans la figure marque 0 degré, est fixé sur l'anneau R′ par deux vis s, s'. Lorsque le globe oculaire tourne autour de l'axe a', on peut donc lire sur g' la valeur angulaire de cette rotation.

Dans l'anneau r, placé en avant du globe oculaire, peuvent être vissées deux tiges minces k k; elles sont mobiles avec l'anneau r autour de la ligne de fixation, et l'index i degré indique sur le limbe divisé g degré de combien elles ont tourné. Dans la position que l'instrument occupe ici, la direction verticale des tiges correspond à 0 degré. Ces tiges représentent le méridien vertical. Quand l'œil tourne autour de l'axe transversal a', le méridien conserve sa position verticale. Ainsi la ligne de fixation se meut dans un plan vertical, quand l'œil se porte directement en haut ou directement en bas. Cela ne demande aucune autre explication.

On peut maintenant donner à l'instrument une position différente. Dans la figure 1, la poignée S, qui est assujettie à l'anneau R', est placée tout en haut. Mais, à l'idée de cette poignée, on peut donner à l'anneau R' tout autre direction dans le plan vertical de l'anneau R''. L'index i'' marque alors sur le bord gradué g'' la quantité de cette rotation, laquelle, dans la fig. 2, s'élève à 45 degrés. Il est clair que l'axe a' a' est entraîné dans le mouvement de l'anneau $R_{,}$; la fig. 2 montre le phénophthalmotrope après que ce mouvement a eu lieu, et lorsque, en outre, l'œil a déjà tourné autour de l'axe a' a' dans sa nouvelle position. Avant cette rotation, les tiges k k, qui avaient suivi l'inclination de la poignée S, ont été placées de nouveau verticalement, ce qui a eu pour effet de faire marquer à l'index i degré le même nombre de degrés que marquait l'index i''. La position des tiges représente celle du méridien vertical de l'œil. L'œil peut donc être considéré comme s'il n'avait pas été tourné, à l'aide de la poignée S, dans l'anneau extérieur : tout se passe comme si l'œil vivant, resté dans la position primaire, se disposait seulement à regarder obliquement en haut ou obliquement en bas. Dans la figure 2, comme il a été dit, ce mouvement est déjà exécuté, et, par suite de la rotation autour de l'axe a' a', la ligne de fixation s'est dirigée à droite et en haut. La quantité dont elle a tourné autour de cet axe est de nouveau marquée par l'index i' et s'élève, dans la figure 2, à 45 degrés. Dans le cas que nous avons choisi pour exemple, l'œil a donc tourné de 15 degrés vers le haut, autour d'un axe a' a' incliné de 45 degrés sur l'axe horizontal. En tournant la poignée S, on peut donner à cet axe a' a' toutes les inclinaisons qu'on désire et, par suite, faire mouvoir la ligne de fixation, de sa position primaire dans toutes les directions, toujours autour d'axes invariablement situés dans le plan de l'anneau R'', lequel coïncide à peu près avec l'équateur de l'œil (1). Telle est l'illustration de la loi de Listing.

En partant de la position primaire, qu'on établit chaque fois de nouveau en plaçant les tiges verticalement, nous faisons toujours mouvoir la ligne de fixation de telle sorte qu'elle se rapproche ou s'éloigne directement de la poignée S, laquelle reste par conséquent, avec les positions primaire et secondaire de fixation, dans le méridien qui, durant cette rotation, conserve invariablement sa situation primitive. Les images consécutives de lignes situées dans ce méridien doivent donc aussi, évidemment, rester en coïncidence, pendant la rotation, avec les images directes d'objets placés dans ce même méridien. C'est ainsi que le phénophthalmotrope éclaire la démonstration donnée par M. Helmholtz de l'exactitude de la loi de Listing. Si nous avions laissé aux tiges la direction de la poignée, elles seraient restées, durant la rotation, dans le méridien immobile.

Mais le méridien vertical, est-il aussi resté vertical pendant cette rotation?

(1) Le centre du mouvement (le point de rotation) est situé un peu en arrière du centre de l'œil; l'anneau R' se trouve donc un peu derrière l'équateur, dans un plan parallèle à celui-ci.

C'est précisément pour pouvoir en juger que nous avons mis, avant la rotation, les tiges dans la position verticale ; or, le résultat de l'expérience montre que ce méridien a réellement cessé d'être vertical, qu'il incline visiblement du côté droit, — tout comme l'image accidentelle d'un ruban vertical, lorsque nous regardons en haut à droite. Le phénophthalmotrope nous permet donc encore de retrouver le changement de position du méridien vertical, tel qu'on l'avait constaté par l'observation des images consécutives.

Il est facile, en outre, d'évaluer en degrés l'inclinaison qu'a prise le méridien vertical : pour cela, on n'a qu'à chercher de combien de degrés se déplace l'index *i* degré, lorsque les tiges *k k* sont ramenées dans un seul et même plan vertical avec la ligne de fixation. Cette opération peut s'exécuter avec précision, en munissant d'un réticule le canal axial du globe oculaire, puis visant par ce canal un fil vertical suspendu, avec lequel on fait coïncider les tiges.

Pour arriver, dans ces expériences, à bien se rendre compte du mouvement de son propre organe, il est bon de placer l'un ou l'autre de ses yeux directement derrière le phénophthalmotrope, après avoir préalablement disposé celui-ci à la hauteur convenable. Il est aisé alors de suivre tous les mouvements, de se présenter clairement les positions correspondantes de l'axe de rotation, et de saisir les rapports entre ces mouvements et les expériences relatives aux images consécutives.

Rappelons encore une fois, que tous les axes autour desquels l'œil tourne lorsqu'il passe de la position primaire à la position secondaire, s'obtiennent par la rotation de l'anneau R′ dans R″, et que tous par conséquent sont situés dans l'équateur. Tous ces axes sont donc perpendiculaires à la ligne de fixation, d'un mouvement de roue. C'est comme l'exprime la formule donnée par M. Ruette à la loi de Listing : « une relation en vertu de laquelle la rotation projetée sur l'axe optique est $= 0$ ».

On doit donc se demander : en quel sens M. Helmholtz parle-t-il ici de mouvement de roue ? Or, cette question aussi est parfaitement élucidée par le phénophthalmotrope. M. Helmholtz part, dans l'analyse des mouvements oculaires, d'un plan fixe situé dans l'œil, l'*horizon rétinien*, lequel, pour la position normale de la tête, coïncide avec le plan de fixation dirigé sur l'horizon infiniment éloigné : c'est donc le méridien horizontal du phénophthalmotrope, lorsque tous les index sont pointés sur 0 degré (fig. 1). La direction que la ligne de fixation a obtenue en réalité par rotation autour d'un axe oblique (l'axe a' a' dans la fig. 2), M. Helmholtz la fait résulter — le point de départ étant la position primaire — de deux rotations différentes, réalisables toutes les deux dans le phénophthalmotrope, savoir : 1° une rotation autour de l'axe transversal a' a' (angle ascensionnel de M. Helmholtz) par laquelle la ligne visuelle est portée en haut ou en bas, 2° une rotation autour de l'axe transversal a a (angle de déplacement latéral de M. Helmholtz) par laquelle la ligne visuelle est dirigée de côté. Ce second axe a a se trouve sur l'anneau R, et l'angle latéral se lit sur le limbe gradué g, de même que l'angle as-

censionnel sur le limbe g' : remarquons que l'axe $a\ a$, qui est perpendiculaire à l'horizon rétinien, change de direction avec cet horizon lors de la rotation préalable autour de l'axe $a'\ a'$, mais en restant toujours dans le même plan vertical. Lorsque maintenant, par rotation autour des axes $a\ a$ et $a'\ a'$, on a donné à la ligne de fixation une direction identique avec celle qui, dans la figure 2, a été obtenue, suivant la loi de Listing, par rotation autour de l'axe $a'\ a'$, incliné de 45 degrés, on trouve que le méridien vertical a pris une inclinaison différente. Il penche encore plus vers le côté droit. Pour arriver à la position que l'œil, en tournant d'après la loi de Listing, prend effectivement, il faut donc ajouter encore un troisième mouvement, savoir, une rotation autour de l'axe visuel, un mouvement de roue, — de droite à gauche dans le cas supposé.

Cette analyse détermine rigoureusement la position des yeux et des lignes de fixation par rapport à la tête, et elle se prête très-bien à l'application du calcul. Mais on doit la considérer comme une fiction mathématique, non comme une réalité physiologique. Dans la rotation autour d'un axe oblique, selon la loi de Listing (fig. 2), il n'y a pas plus de mouvement de roue, c'est-à-dire de rotation autour de l'axe de fixation, que dans les rotations sneccessives autour des axes $a\ a$ et $a'\ a'$ (en partant de la position représentée fig. 1) : toutes ces rotations, en effet, s'exécutent autour d'un axe perpendiculaire à l'axe de fixation. Nous n'avons à admettre un mouvement de roue que dans les cas où l'œil s'écarte des lois de Donders et de Listing.

Du reste, le phénophthalmotrope nous permet de rendre visible et de mesurer en degrés, pour chaque position, le mouvement de roue, au sens qu'y attache M. Helmholtz. En faisant tourner la poignée S, on donnera à l'axe $a'\ a'$ une direction quelconque (marquée sur g''), puis on placera $k k$ verticalement et l'on imprimera à l'œil une rotation arbitraire autour de $a'\ a'$ (marquée sur g'). On déterminera alors (V. page 63) de combien de degrés le méridien vertical s'est incliné à droite ou à gauche par suite de cette rotation conforme à la loi de Listing, et, visant par le canal axial, on notera le point de l'espace sur lequel la ligne de fixation se trouve dirigée. Ensuite, on ramènera l'œil dans la position primaire, la poignée placée tout en haut, et l'axe $a'\ a'$ par conséquent horizontal ; on rendra la ligne $k\ k$ de nouveau verticale, puis, visant par le canal axial et faisant tourner à la fois autour des axes $a\ a$ et $a'\ a'$, on dirigera la ligne de fixation sur le même point de l'espace auquel elle répondait dans l'expérience précédente. On s'apercevra immédiatement que $k\ k$ s'est éloignée de la position verticale plus que dans le premier cas, et l'on déterminera de nouveau l'inclinaison, en ramenant dans le plan vertical et prenant l'indication du cadran g degré. La différence d'inclinaison qu'on aura trouvée ainsi entre les deux cas, est le mouvement de roue de M. Helmholtz : les chiffres s'accordent avec ceux du tableau donné par ce savant (1). Ceci éclaircit en outre un point qui était resté obscur aux

(1) *Physiologische Optik*, p. 467.

yeux de beaucoup de personnes, savoir, comment M. Helmholtz pouvait parler, par exemple, d'un mouvement de roue de droite à gauche lorsqu'on fixe à droite en haut, bien que, dans ce cas, le méridien vertical s'incline à droite, ainsi que le prouve l'observation de l'image consécutive; c'est que, comme nous l'apprend la comparaison de deux expériences décrites ci-dessus, le méridien vertical aurait pris une inclinaison à droite encore plus considérable, si la direction secondaire de l'axe de fixation avait été obtenue par rotation autour des seuls axes $a\ a$ et $a'\ a'$.

Nous avons maintenant encore à examiner comment M. Helmholtz détermina directement, à l'aide des images consécutives, le mouvement de roue qu'il introduisait dans son analyse du phénomène. La signification et la légitimité de cette analyse ressortiront alors d'une manière encore plus évidente.

M. Helmholtz part, comme nous l'avons déjà dit, d'un plan fixe dans l'horizon rétinien. Un ruban horizontal, tendu dans ce même plan sur une paroi verticale, forme son image rétinienne dans cet horizon. Quand l'horizon rétinien pivote autour de l'axe $a'\ a'$, il continue à couper la paroi suivant des lignes horizontales, et l'image consécutive, à quelque hauteur qu'elle se transporte, continue par conséquent à coïncider avec des lignes horizontales tracées sur la paroi: le phénophthalmotrope met cela immédiatement en évidence, lorsqu'on a tourné l'anneau r de manière à donner aux tiges $k'\ k'$ une direction horizontale. Mais que l'on fasse pivoter maintenant autour de l'axe $a\ a$ (angle de déplacement latéral): les tiges $k'\ k'$ abandonnent alors la position horizontale (si l'angle ascensionnel pouvait atteindre 90^c, elles tourneraient même dans un plan vertical, de manière à s'écarter d'un degré entier de la direction horizontale pour chaque degré de rotation); mais, en regardant par le canal axial, on reconnaît que, projetées sur la paroi, elles continuent à coïncider parfaitement avec les lignes horizontales qui y sont tracées. Cela provient de ce que, dans la rotation autour de $a\ a$, l'horizon rétinien reste exactement dans le même plan, vu qu'il est perpendiculaire à $a\ a$; il doit donc continuer à passer par le prolongement de la ligne horizontale, qui est aussi située dans ce même plan. Le phénophthalmotrope nous fait voir cela très-clairement. Mais, d'un autre côté, on trouve que l'image consécutive d'un ruban horizontal ne continue pas, quand le regard se porte latéralement vers le haut ou vers le bas, à coïncider avec les lignes horizontales tracées sur la paroi; par rapport à celles-ci, l'horizon rétinien, quand on regarde vers le haut, a tourné en sens opposé. Il y a donc eu, dit M. Helmholtz, un mouvement de roue en sens opposé, et c'est là précisément le mouvement de roue que son analyse demande.

Il est facile, en effet, de se convaincre que si, lorsqu'on regarde obliquement en haut, l'image consécutive d'un ruban vertical s'écarte du même côté par rapport à des lignes verticales, l'image consécutive d'un ruban horizontal dévié au contraire en sens opposé par rapport à des lignes horizontales. Les deux lignes pleines perpendiculaires entre elles $c\ v$ et $c\ h$ (fig. 1), qui représentent deux rubans de couleur claire tendus sur la paroi, étant fixées

par l'œil dans la position primaire au point c, compris dans l'horizon rétinien, montrent, lorsqu'on les projette à droite et en haut, leurs images consécutives dans la direction des deux lignes pointillées $c\,v'$ et $c\,h'$: dans ce mouvement ascensionnel de l'œil, l'image consécutive du ruban vertical a donc dévié du même côté; celle du ruban horizontal, du côté opposé. Il n'est pas nécessaire de chercher beaucoup pour trouver l'explication de ce fait. Une ligne verticale coïncide avec toute autre ligne verticale sur laquelle on la projette, quelle que soit d'ailleurs la place que ces deux lignes occupent l'une par rapport à l'autre ou par rapport à l'œil. Mais, pour les lignes horizontales, il en est tout autrement : une ligne horizontale, qui s'éloigne de nous, est vue montante quand elle est située plus haut que notre œil ; descendante, quand elle est située plus bas. Dans une projection du champ visuel, — chaque dessin, chaque photographie peut nous l'apprendre,— toutes les lignes verticales restent verticales, et toutes les lignes horizontales prennent une inclinaison, dépendante de la direction et de la hauteur que les lignes affectent dans l'espace, relativement à l'œil. D'après cela, une ligne horizontale tracée à un niveau supérieur à celui de notre œil, sur une paroi verticale et parallèle au plan de notre visage, est vue descendante, et c'est par rapport à cette projection que l'image consécutive d'une ligne horizontale, qui avait été vue dans le plan de la position primaire et par conséquent non descendante, montre une déviation de h en h', fig. 1, — opposée à celle qui déplace de v en v' l'image consécutive d'un ruban vertical. Qu'on projette l'image consécutive d'une ligne horizontale sur une surface telle que tous les points d'une ligne horizontale s'y trouvent placés à la même distance de l'œil, et la différence de déviation des images consécutives horizontales et verticales aura disparu. Cette condition serait remplie dans tous les cas, si l'œil était situé au centre d'une sphère ou sur l'axe d'une chambre de forme cylindrique, et si l'image se projetait sur la paroi de cette sphère ou de cette chambre (1). Mais il suffit déjà que le plan vertical, dans lequel se trouve la ligne visuelle lors de la projection, soit perpendiculaire à la paroi. Donc, si l'on a deux parois verticales, dont w et w' (fig. 2) soient les sections, et si l'œil o, dans sa position primaire, fixe sur la paroi w le point de croisement c des rubans v et h, la projection des images consécutives sur la paroi w', perpendiculaire au plan qui passe par la ligne de fixation $o\,w'$, montrera ces images déviées toutes les deux dans le même sens (fig. 3). Et si l'on se trouve dans une chambre carrée, de sorte que l'angle x soit un angle droit, la projection sur w', au voisinage de l'angle x, donnera à h une déviation non-seulement de même sens, mais encore plus grande que celle de v, parce que des lignes horizontales, tracées sur w', se rapprochent de l'œil à partir de l'angle x. L'expérience est très-frappante lorsque l'image consécutive d'un assez long ruban

(1) Les génératrices et les lignes horizontales d'un cylindre, dont l'axe passe par le centre d'une sphère, coïncident, vues de ce centre, avec les méridiens et les parallèles de la sphère.

horizontal, dont l'œil a fixé le milieu dans la position primaire, est projetée, dans une pareille chambre carrée, sur l'angle x, de façon qu'elle tombe en partie sur w et en partie sur w': en w l'image consécutive s'élève alors relativement à la ligne horizontale, tandis qu'en w' elle s'abaisse fortement.

Ce que les images consécutives viennent de nous montrer, on peut l'imiter facilement à l'aide du phénophthalmotrope. Les expériences peuvent se faire, soit séparément avec des tiges verticales k k et avec des tiges horizontales k' k', soit simultanément, en visant des tiges égales en u u', d'où résulte une croix (comme dans la fig. 2), ou en se bornant à deux tiges k k', placées à angle droit l'une par rapport à l'autre. Si l'on regarde alors par le canal axial, on voit ces tiges se projeter, sur une paroi quelconque, dans la même direction où s'y montrent les images consécutives.

Le lecteur aura sans doute reconnu que, pour se représenter les mouvements de l'œil, on peut à volonté partir, avec M. Helmholtz, de l'horizon rétinien, ou, avec moi, du méridien vertical. Le méridien vertical me semble préférable en ce sens que, toutes les lignes verticales se projetant rigoureusement l'une sur l'autre, quelle que soit leur situation par rapport à l'œil, il rend peut-être la représentation plus simple et plus facile.

J'ai encore à ajouter quelques détails au sujet du phénophthalmotrope considéré comme instrument. Il est exécuté (1) en grand et en petit modèle; le premier convient particulièrement pour les démonstrations.

Tout l'instrument est en cuivre; dans le petit modèle seulement, le globe oculaire proprement dit est fait de bois de buis. Il est soutenu sur une colonne en cuivre D, qu'un tirage permet d'allonger ou de raccourcir, pour amener l'appareil à la hauteur de l'œil de l'observateur, quand on veut regarder par le canal axial; le tout repose sur un large pied. A la place du canal axial, on peut adapter en avant une lentille et en arrière un verre dépoli, sur lequel est dessinée une croix; on peut alors comparer avec cette croix la position des images dioptriques que forment sur le verre dépoli des lignes verticales et horizontales vues dans diverses directions.

On construit aussi des phénophthalmotropes plus simples, auxquels manque la rotation autour de l'axe a a, de sorte qu'ils reproduisent seulement les mouvements d'après la loi de Listing, mais non l'analyse de ces mouvements d'après Helmholtz. Cette simplification offre l'avantage que le globe oculaire devient alors mobile, dans l'anneau interne R, autour de l'axe de fixation; on peut donc, après avoir fait tourner la poignée S, ramener toujours dans la position verticale un seul et même méridien fixe du globe oculaire, ce qui permet d'assigner aussi, sur ce globe, des points d'insertion fixes aux muscles. Cela peut servir, en cas de besoin, à mieux se représenter, pour chaque position de l'œil, la situation des muscles et, par suite, la part qu'ils ont prise au mouvement.

Le phénophthalmotrope donne les mouvements tels qu'ils résultent des lois

(1) Par M. Olland, mécanicien à Utrecht.

de Donders et de Listing. Mais, comme nous l'avons déjà fait remarquer en commençant, l'œil n'obéit pas à ces lois d'une manière parfaite.

En premier lieu, il est connu que, même dans la position primaire, les images de lignes verticales, formées sur les deux rétines, ne sont pas projetées au dehors exactement l'une sur l'autre; d'où il suit que, dans cette position, les méridiens verticaux ne coupent pas les deux rétines en des points rigoureusement correspondants. On n'a pas besoin d'appareils compliqués pour se convaincre de ce fait. Il suffit d'un prisme, qu'on tient, l'angle tourné en haut, devant l'un des deux yeux; une ligne verticale montre alors un léger coude au point où la vision par l'un des yeux passe à la vision par l'autre. Mais il n'est pas même nécessaire de recourir à un prisme. Quand les yeux se fixent dans la position primaire sur un fil vertical, même suspendu à une grande distance, on remarque très-distinctement que vers le haut et vers le bas il se sépare en images doubles. Si alors, les yeux étant tenus constamment ouverts, on fait glisser un petit écran noir (au besoin la main) alternativement devant l'un et devant l'autre œil, on constate que les images inclinent l'une vers l'autre. En alternant avec prestesse, et jetant aussi de temps en temps un rapide coup d'œil avec les deux yeux à la fois, on obtient facilement que l'œil caché derrière l'écran reste bien fixé de manière qu'il n'ait pas à se déplacer latéralement au moment où on le découvre, ce qui rendrait le jugement moins net. Cette difficulté est levée complétement si, les deux yeux étant fixés sur le fil, on se borne à en couvrir un seul; bien que l'effet soit alors moitié moindre qu'en interceptant alternativement la vue des deux yeux, on voit clairement le fil incliner un peu vers le côté opposé, — et cette apparence, une fois produite, ne se dissipe même pas très-facilement. Dans la vision binoculaire, nous combinons en une image verticale les deux images également inclinées l'une vers l'autre. Pour cette raison, les expériences cencernant les images consécutives, bien que pouvant se faire binoculairement, réussissent pourtant mieux, surtout en cas de convergence, lorsqu'un des yeux est tenu couvert. Par l'effet de cette convergence, ainsi que MM. Meissner et Volkmann l'ont fait voir, l'inclinaison réciproque des images verticales s'accuse davantage: c'est là une première dérogation aux lois générales. En outre, comme nous l'a appris M. Helmholtz, ces lois ne sont pas rigoureusement applicables aux limites extrêmes du champ de fixation, où les irrégularités ne manquent pas. Enfin, dernièrement, M. Javal a observé chez des astigmatiques, en cas d'inclination latérale de la tête, une petite rotation autour de l'axe visuel « de sorte que », comme s'exprime M. Helmholtz, « la position de l'œil n'est pas indépendante de celle de la tête aussi rigoureusement que l'affirme la loi de Donders (1) ».

(1) Voyez Helmholtz, *Optique physiologique*, p. 671, Paris, 1867, traduit par E. Javal et N. W. Klein. En un autre endroit (ASTIGMATISME, voyez Wecker, *Traité théorique et pratique des maladies des yeux.* Paris, 1869, t. II, p. 828), M. Javal, se fondant sur l'observation d'une légère torsion, a cru devoir ressusciter la théorie

Toutes ces anomalies doivent trouver leur solution et leur explication dans le problème si compliqué de la transformation de nos impressions en perceptions dans la vision binoculaire.

Il a encore été reconnu que la myopie, — laquelle constitue, il est vrai, une condition pathologique de l'œil, — amène sous le rapport des lois dont nous traitons, comme sous beaucoup d'autres rapports, de petites déviations, qui méritent toute notre attention, surtout au point de vue de l'accommodation des organes à l'usage que les nécessités leur imposent.

Pour finir, encore un mot sur l'étude des mouvements de l'œil en cas de troubles paralytiques des muscles. Nous mettons ici le pied sur un terrain où l'esprit créateur de M. Albert de Graefe (1) s'est exercé de préférence et où il a laissé peu de chose à faire à ses successeurs. Des anomalies du mouvement et de la position des images doubles, observées rigoureusement et analysées avec sagacité, M. de Graefe a su déduire le diagnostic, — déterminer avec précision la nature et le degré de chaque trouble. Dans les cas ordinaires, ces méthodes d'examen atteignent parfaitement leur but. Mais il y a deux circonstances où elles nous laissent plus ou moins en défaut. L'une se présente quand les phénomènes paralytiques affectent les deux yeux à la fois, ce qui n'est pas extrêmement rare ; l'autre, quand un seul œil a conservé sa faculté visuelle. Dans le dernier cas, la comparaison d'images doubles nous échappe d'elle-même ; dans le premier, la complication des phénomènes en rend l'analyse difficile, sinon impossible. Or, dans ces cas, je crois pouvoir recommander l'étude des images consécutives, étude qui, du reste, n'est jamais à négliger. C'est particulièrement l'expérience décrite ci-dessus (p. 59), par laquelle M. Helmholtz a démontré la loi de Listing, qui mérite d'être prise ici en considération. Si, dans la position normale de la tête, l'image consécutive ne suit pas exactement le ruban tendu, la loi de Listing n'est pas satisfaite : il y a *mouvement de roue*, et le côté vers lequel l'image dévie indique immédiatement le *sens* de ce mouvement. On peut répéter l'expérience pour toutes les directions du ruban, et projeter les images consécutives tant vers le bas que vers le haut, en suivant les directions marquées par des lignes noires. On obtient ainsi une série d'indications qui, combinées avec les désordres que peuvent manifester les mouvements, suffisent amplement à établir le diagnostic.

Il est vrai qu'en cas de paralysie musculaire bilatérale ou de cécité du second œil, les moyens nous manquent de donner à la tête exactement la

de Hueck ; je dois lui rappeler que, d'après cette théorie, les méridiens verticaux conserveraient invariablement leur direction jusqu'à une inclinaison de 25 à 28 degrés, la torsion donnant lieu à une compensation parfaite ; je l'engagerai, en outre, à vouloir bien se donner la peine de répéter les expériences qui, il y a nombre d'années déjà, ont amené la chute de cette théorie. (*Holländische Beiträge*, 1846, p. 105 et suiv., et surtout p. 334.)

(1) Voyez ses mémoires classiques dans l'*Archiv für Ophthalmologie*, et sa *Symptomenlhre der Augenmuskellähmungen*, Berlin, 1867.

position qu'exige l'examen des images consécutives. Mais je me suis assuré que la petite erreur qui peut en résulter ne fait aucun tort sensible à la valeur des indications fournies, d'autant moins que la conclusion ne se déduit pas de la déviation relative à une seule direction du ruban, mais de la comparaison des différentes déviations, suivant différentes directions, qui sont nécessairement liées à l'existence des troubles paralytiques.

J. Bell Pettigrew, *Rapports, structure et fonctions des valvules du système vasculaire des vertébrés.* (On the relations, structure and the fonction of the valves of the vascular system in vertebrata, by James Bell Pettigrew, in *Transactions of the royal Society of Edinburgh*, vol. III, part. III. 1864, in-4°.)

ANALYSE DE M. GIRALDÈS.

A l'aide de recherches minutieuses, l'auteur démontre les rapports intimes de structure qui existent entre les veines et les valvules veineuses. Les segments des valvules veineuses sont composés de tissu fibreux et de tissu jaune élastique. Dans les veines, l'occlusion des valvules est en grande partie mécanique, les segments valvulaires (lorsqu'il en existe deux) étant poussés vers le plan médian du vaisseau, par suite de la contraction des parois, et surtout par le poids de la colonne sanguine de retour.

La structure et les rapports des valvules semi-lunaires, surtout chez l'homme, sont décrits avec plus de précision que dans les travaux connus.

Les gros vaisseaux qui se bifurquent à leur origine présentent plus d'épaisseur entre les segments valvulaires, et un peu plus quand on se rapproche de ces valvules, disposition bien propre pour déterminer leur occlusion, lorsqu'elles sont poussées de côté par la colonne sanguine, pendant la systole.

Il démontre que les sinus des valvules varient de dimension, s'incurvent l'un vers l'autre suivant une direction spiroïde et forcent le sang à agir par des ondées spiroïdes sur les segments des valvules semi-lunaires, lesquelles se roulent en forme de coin lorsque survient le reflux du sang. Dans les artères, le rôle des valvules semi-lunaires est en très-grande partie mécanique, les anneaux fibreux des orifices aortiques et pulmonaires réagissant contre un excès de contractilité du vaisseau et des ventricules. Les valvules semi-lunaires artérielles diffèrent des bi-semilunaires veineuses, en ce que leurs segments s'ouvrent en forme de coin par un mouvement spiroïde, lequel est à peine marqué dans les valvules veineuses.

Le bulbe artériel des poissons est un organe contractile, contenant dans son intérieur un système de valvules, dont les segments sont plus nombreux que dans les veines ou artères.

Dans quelques-unes, on trouve des bandes tendineuses, l'action de ces val-

vules est en partie mécanique et en partie vitale ; la contraction du bulbe, détermine leur occlusion.

Dans les reptiles, les valvules sont en partie tendineuses, en partie musculaires ; tandis que dans le ventricule droit des oiseaux, elles sont musculaires.

Les valvules auriculo-ventriculaires présentent de très-grandes variétés. Elles sont caractérisées par la présence de cordes tendineuses qui les attachent à l'intérieur du ventricule d'où elles prennent naissance, au sommet des colonnes charnues. On ne rencontre parfois qu'un seul segment valvulaire ; il est alors fibreux, ou fibreux et musculaire, ou complétement musculaire. D'autres fois on rencontre deux segments ; dans ce cas, leur grand diamètre correspond à la direction des fibres musculaires du cœur. Les deux segments sont quelquefois attachés à l'intérieur du cœur par des cordes rudimentaires, quelquefois aussi deux segments accessoires s'ajoutent aux deux segments principaux, le tout réuni par des cordes tendineuses aux colonnes charnues.

Enfin, quelquefois, comme chez l'homme, les segments sont au nombre de quatre ou de six attachés par des cordes tendineuses, bien formées, aux colonnes et aux papilles spirales du cœur.

Le rôle des valvules auriculo-ventriculaires varie en raison de leur manque d'uniformité d'après leur nombre, les rapports et la structure de leurs segments. Elles sont toujours appropriées pour les besoins de la circulation, d'après la configuration du ventricule et des cavités ventriculaires ; ces cavités montent pour ainsi dire le sang et le forcent à marcher dans une direction déterminée.

Chez les poissons, là où la circulation est lente, et où le ventricule est conique, et formé de fibres entrelacées en tout sens, lorsque les segments valvulaires sont au nombre de deux, ces segments sont poussés l'un vers l'autre par l'expansion du sang et par la contraction du ventricule.

Chez les reptiles où la circulation est lente, le ventricule, d'après la direction en spirale des fibres musculaires, forme une espèce de cône roulé sur lui-même. Cette disposition en spirale s'étend aux valvules, et leur action peut être comparée à celle des valvules des grandes veines et artères ; mais c'est surtout dans les valvules auriculo-ventriculaires des oiseaux et des Mammifères que l'action spirale des segments devient plus évidente ; cette action étant due à la disposition en spirale des fibres musculaires des ventricules du cœur.

Les valvules du système vasculaire des vertébrés forment une série graduellement ascendante ; celles des veines affectent un type inférieur à celles des artères ; celles des artères sont moins développées que celles du bulbe artériel, et de l'orifice auriculo-ventriculaire des poissons ; les valvules chez les poissons diffèrent de celles des reptiles et des oiseaux, et sur ces derniers elles sont de beaucoup inférieures à celles des Mammifères.

SUR

DES CYPRINS MONSTRUEUX

(*C. auratus*)

VENANT DE CHINE

Par Georges POUCHET (*).

PLANCHE XVII.

Cuvier et Valenciennes (1) ont signalé dans leur histoire des poissons le fait intéressant du retour du Cyprin doré (*C. auratus*) à son état naturel en Europe. On sait que les premiers animaux de cette espèce importés d'abord à Sainte-Hélène, puis de là en Angleterre en 1728, puis sur le continent en 1758, étaient tous des individus monstrueux (2). L'exemplaire conservé dans l'esprit de vin que l'ambassadeur de Suède à la cour de Danemark remit à Linné en 1740 et que celui-ci présenta au mois de septembre de la même année à l'Académie des sciences de Suède (3), était également un individu monstrueux, de petite taille, offrant une double nageoire anale et un dédoublement presque complet de la nageoire caudale.

Il est infiniment probable que tous les « poissons d'or et d'argent » sans exception, apportés au siècle dernier en Europe, présentaient cette monstruosité. La queue n'est plus placée dans

(*) Voyez la note présentée à l'Académie des sciences le 30 mai 1870 (*Comptes rendus*, vol. LXX, p. 1157).

(1) *Histoire naturelle des poissons*, t. XVI.

(2) Tels étaient très-probablement ceux qui furent offerts, dit-on, par la Compagnie des Indes, à madame de Pompadour. Nous n'avons pu toutefois retrouver trace de ce présent, qui dut avoir en ce temps un grand prix. Les historiens des maîtresses de Louis XV, MM. de Goncourt, de leur côté, n'ont pu nous donner, sur l'introduction des poissons rouges à la cour de Versailles, aucun renseignement; les recherches qu'ils ont bien voulu faire, à notre demande, dans ce sens sont restées infructueuses.

(3) Voyez *Acta suecica*, 1740, p. 175.

le plan vertical, elle est à trois lobes et semble double, comme si l'animal avait deux queues réunies seulement par leurs bords supérieurs et s'écartant à angle comme les côtés d'un toit (1). Cette variété, parmi le nombre considérable de variétés monstrueuses cultivées en Chine, est certainement encore aujourd'hui une des plus fréquentes. Elle existe également au Japon. Nous ne la voyons pas figurée dans le bel ouvrage sur les poissons japonais que M. Salé avait communiqué à Cuvier, et que possède aujourd'hui la bibliothèque du Muséum; mais nous avons retrouvé plusieurs figures très-exactes de la même variété monstrueuse dans la collection d'albums appartenant à M. Burty, et en particulier dans une sorte de petite encyclopédie enfantine représentant tous les objets usuels avec leur nom et une courte notice, que M. de Rosny a bien voulu nous traduire. Le nom est le même qu'en Chine : King-Yô au Japon, King-Yu en chinois.

Ces poissons, dits « poissons à trois queues », sont offerts aux voyageurs dans les ports de la Chine, et la plupart des paquebots en embarquent; mais ils paraissent très-délicats et meurent presque toujours en route. Dans un voyage au mois de février 1870, le paquebot des Messageries *l'Impératrice* partit de Chine emportant à bord 36 de ces poissons, chez lesquels la monstruosité était encore plus accusée. Au lieu d'une queue trilobée, ils offraient en quelque sorte deux queues complètes, unies seulement dans le quart tout au plus du bord supérieur, tachetées de même, divergentes, presque horizontalement étendues. Sur ces 36 poissons embarqués, 32 moururent avant d'avoir touché Suez. Le commandant Macaire offrit gracieusement les quatre survivants à mon frère James Pouchet, ingénieur à l'isthme de Suez, qui se chargea de les apporter jusqu'à Paris. Malgré des soins incessants, deux individus moururent encore, l'un au Caire, l'autre à Mar-

(1) Outre la figure donnée par Linné (*Fauna suecica*, 1746, tab. II, p. 331), comparez Petiverus (*Opera hist. nat. spectantia*, fol. Londres, 1764, pl. LXXVIII); il importe de remarquer que Petiver était mort en 1718, ce qui donne une valeur particulière au dessin publié par ses éditeurs. Voyez encore les dessins, signalés par Baster, que donnent, au siècle dernier, George Edwards (*Nat. Hist. of Bird*. 1755, pl. CCIX, fig. 3; *Gleanings of Nat. Hist.*, 1760, pl. CCCIX), Richter (*Ichthyotheologie*. 1754, p. 95), Kleyn (*Miss.* Tab. XIII, fig. 1).

seille. Les deux seuls survivants arrivèrent jusqu'à Paris, où je ne crus pouvoir mieux faire que de les confier aux soins intelligents de M. Carbonnier, qui avait déjà acclimaté les *macropodes*. Mais ils moururent au bout de quelques jours.

Les 36 individus embarqués en Chine étaient de même taille, avec la même disposition de la nageoire caudale. Les trois que j'ai pu observer présentaient, d'autre part, quelques différences. L'un a la nageoire anale double; comme l'exemplaire décrit et figuré par Linné, il n'a pas trace de dorsale, et les écailles se succèdent régulièrement d'un côté à l'autre du dos. Un autre, au lieu de dorsale, ne présente qu'un tubercule en avant duquel un certain désordre s'accuse dans la disposition des écailles (fig. 1).

Plusieurs dessins du magnifique rouleau envoyé de Pékin en 1772, publié en partie par Sauvigny (1) et déposé aujourd'hui à la bibliothèque du Muséum, représente des variétés de king-yu avec deux anales et sans dorsale; une seule des 92 figures, celle qui porte le numéro 85, offre deux caudales bien distinctes. Toutefois aucun des individus représentés n'a l'apparence et la petite taille (2) de ceux que nous avons sous les yeux. Leur longueur jusqu'à la naissance de la queue est de 43 millimètres. La longueur de chaque queue est de 30 millimètres. La largeur de chaque queue mesurée entre les extrémités des deux lobes est de 20 millimètres ; mais comme elles vont en s'écartant l'une de l'autre, la largeur totale des deux queues mesurée entre les lobes inférieurs est de 44 millimètres, c'est-à-dire plus grande que la longueur du corps du poisson, ce qui contribue à lui donner une physionomie très-particulière. Il est peu agile. Cette double queue, dont chacune prise isolément est déjà démesurément grande, n'a pas la rigidité ordinaire de l'organe. Elle ondule et flotte mollement dans l'eau. L'appareil musculaire qui la commande ne s'est pas renforcé; l'attache de la queue est restée grêle à l'extrémité d'un corps trapu, gibbeux; l'abdomen est saillant; la ligne du dos

(1) *Histoire nat. des dorades de la Chine*, grav. par Martinet. Paris, 1780.

(2) Au dire de Duhalde, et au moins de son temps, les plus petits king-yi étaient les plus estimés.

descend en décrivant une courbe convexe prononcée vers l'origine de la queue, qui s'étale sur le sol quand l'animal touche le fond de l'eau.

L'anatomie du squelette rend compte de cette disposition. Il n'y a point, même alors que les deux nageoires caudales sont presque complétement séparées, bifurcation de la colonne vertébrale. La queue proprement dite, le prolongement osseux de la dernière vertèbre, reste ce qu'il est chez tous les cyprins, et tel que MM. Kölliker et Lotz (1) l'ont décrit; il a sa place et sa direction habituelles : le petit nombre de rayons situés au-dessus de lui ont également la forme, la taille et les rapports normaux. Ils sont peu nombreux; on n'en compte ordinairement que six ou huit. C'est la partie indivise de la double queue.

La séparation ne commence qu'au delà. La nageoire caudale, même alors que l'animal paraît en avoir deux, n'est double qu'au-dessous de la colonne vertébrale. Elle a pour cause immédiate le dédoublement, de chaque côté du plan médian de l'animal, des lames *hypurales*, simples à l'état normal, au nombre de quatre en haut, articulées avec le prolongement vertébral ; et de quatre en bas, soudées à la partie inférieure des corps vertébraux. La série de ces lames est double, il y en a un nombre égal à droite et à gauche. Les quatre premières, de chaque côté, sont en contact par leur extrémité antérieure dans la rainure du prolongement vertébral, divergentes par leur extrémité postérieure. L'angle que forment les similaires va en s'agrandissant des premières aux dernières. Une tendance inverse s'observe dans les lames inférieures : elles se rapprochent de plus en plus vers la région ventrale. Il résulte de cette disposition que l'insertion de la double nageoire caudale observée en arrière ou plutôt en dessous, forme un dessin lozangique (fig. 3).

Les lames inférieures sont en somme beaucoup plus irrégulières que les supérieures. Le dessin que nous donnons (fig. 4),

(1) Kölliker, *Ueber das Ende der Wirbelsäule der Ganoïden und einiger Teleosthier*. Leipzig, 1860, in-4°.— Lotz, *Ueber den Bau der Schwanzwirbelsäule der Salmoniden, Cyprinoïden, Percoïden und Cataphracten* (*Zeitsch. f. wiss. Zool.* 1864, p. 81).

d'après les parties soigneusement disséquées, montre mieux qu'une description la constitution de cette région du squelette. Les lames hypurales inférieures ne sont plus exactement symétriques, comme les supérieures, d'un côté à l'autre. Elles sont plus ou moins grandes, plus ou moins soudées à la colonne vertébrale et parfois complétement indépendantes de celle-ci, flottantes dans les chairs par leur extrémité antérieure. L'animal qui nous a présenté cette structure d'un côté ne l'offrait point de l'autre, il y avait manque de symétrie dans toute la région inférieure des plaques, les unes paraissaient solidement soudées à la colonne vertébrale, et les autres plutôt des os surnuméraires. La dernière émanait des deux avant-dernières vertèbres, tandis que la seconde, au moins d'un côté, paraissait intimement soudée à la dernière vertèbre.

Le rapprochement latéral des lames les plus inférieures, quelque sensible qu'il soit, n'est jamais complet, et l'on trouve même l'arcade hématique de la troisième avant-dernière vertèbre formée de deux pointes parallèles et juxtaposées. Il est probable que le dédoublement de la nageoire anale, quand il existe, résulte d'une division pareille des deux portions de l'arc hématique s'étendant plus en avant, au niveau de la région vertébrale à laquelle répond cette nageoire.

Le nombre des rayons, pour chacune des nageoires doubles, est à peu près le même que pour la nageoire simple du poisson à l'état normal. Chaque rayon est complet, c'est-à-dire constitué de deux lames osseuses en gouttière opposées l'une à l'autre, contenant *entre* elles, à leurs extrémités, les *organes osseux fusiformes*, généralement décrits comme un effilement des lames mêmes des rayons. Il n'y a donc point dédoublement, mais bien duplication des rayons.

Les monstruosités doubles chez les poissons ont beaucoup occupé les anatomistes. Il suffit de rappeler la discussion de 1855 à l'Académie des sciences. Mais les monstruosités dont il était alors question n'ont point de rapport avec celle que nous décrivons. Elle n'en a pas davantage avec les nombreuses variétés dont M. Coste a recueilli au Collége de France une si complète col-

lection. Nous ne voyons point non plus qu'elle ait été signalée dans l'*Histoire des Anomalies* d'Isidore Geoffroy. Il note seulement (p. 735) la duplicité de la queue comme une anomalie assez commune chez les sauriens, et « dont il ne connaît, au contraire, aucun exemple authentique chez d'autres animaux ». Mais il est évident que cette monstruosité, à laquelle fait allusion Isidore Geoffroy, est toute différente de celle qui nous occupe. La queue bifide d'un lézard ou la partie postérieure double d'un poisson n'ont rien à faire avec l'anomalie des cyprins de Chine, et remontent toujours à un temps bien antérieur de la vie embryonnaire. Ces monstruosités supposent une corde dorsale double, une colonne vertébrale double, ce qui n'est point ici le cas. La queue seule, l'organe proprement dit est double, et encore uniquement dans la région correspondant à la partie inférieure de la colonne vertébrale, où se développent — *toujours tardivement* — le s cartilages hypuraux.

Sans rechercher ici la signification anatomique réelle de cette anomalie, on peut admettre avec toute vraisemblance qu'elle a pour cause antécédente, pour origine embryogénique, la duplicité primitive des cartilages hypuraux, premier centre génésique des rayons *définitifs* (1). Le cartilage hypural étant double, chaque partie se comporte comme l'organe alors qu'il est simple, et donne sur chacune de ses faces insertion aux lames osseuses, qui, en se juxtaposant deux à deux, forment les rayons. Et par suite, quoique l'organe soit en quelque sorte dédoublé, chaque rayon reste normalement constitué, loin de représenter un demi-rayon.

Chacune de ces queues dépasse en dimension celle qu'aurait la queue unique : c'est une loi formulée par Isidore Geoffroy et qu'on observe en général dans les monstruosités par dédoublement.

(1) Nous avons réservé ce nom aux rayons constitués comme ils le sont chez le poisson adulte par deux lames osseuses parallèles. Mais d'abord ont apparu des rayons *fusiformes* extrêmement fins, puis d'autres également *fusiformes*, mais plus gros, qui persisteront à l'extrémité des rayons *définitifs*. Les lames qui constituent essentiellement ceux-ci ne se montrent que tardivement, et pour ainsi dire, en troisième lieu.

Mais il est important de remarquer que l'anomalie en question n'est point proprement un dédoublement, puisque la pièce cartilagineuse qui détermine (au moins à nos yeux) la monstruosité, est généralement simple chez les poissons. Il est assez peu scientifique de dire qu'il y a eu ce que certains anatomistes ont appelé « excès de développement ». Cette expression pourrait tout au plus avoir un sens précis, s'il s'agissait d'un organe développé au-delà de ses mesures ordinaires. Il y a excès de développement, par exemple, dans les cas de gigantisme ; et l'on peut dire qu'il y a excès de développement dans chacune des deux queues, puisque chacune est plus grande, plus large que la queue unique des cyprins de même taille. S'il est peu conforme aux règles d'une méthode scientifique rigoureuse d'appeler « excès de développement » la multiplication au moins apparente d'un organe, il n'est guère permis davantage d'attribuer, dans le cas présent, cette multiplication à un arrêt de développement. Les vues de l'esprit, qui ont donné naissance à ce qu'on a appelé « la théorie du développement excentrique », ont été loin de se trouver partout confirmées par l'observation ; et précisément en ce qui touche la genèse des cartilages hypuraux au-dessous de l'extrémité de la corde dorsale de l'embryon, les observations que nous avons pu faire récemment aux viviers-laboratoires de Concarneau ne nous ont nullement conduit à admettre que ces organes, tout à fait distincts des arcades hématiques des vertèbres, soient à l'origine formés par la coalescence ou conjugaison de deux moitiés latérales.

Nous ajouterons une dernière remarque.

Cette monstruosité d'une queue double ou presque double, partout figurée en Chine et au Japon, si fréquente qu'elle semble être, ce que la crut Linné, un état normal, soulève à un autre point de vue, au point de vue de la zoologie générale, un intéressant problème. Quelle est l'origine de cette monstruosité ? On devait supposer tout d'abord qu'une sélection attentive avait seule créé et entretenu ces races monstrueuses, mais tous les récits s'accordent, au contraire, à montrer ces races comme extrêmement nombreuses et peuplant des rivières.

L'encyclopédie enfantine, dont nous avons parlé plus haut, signale le king-yô comme habitant les « ruisseaux de source ». Les témoignages des voyageurs sont, au reste, unanimes sur ce point (1). Mais alors comment admettre une surveillance efficace dans de telles circonstances pour diriger la reproduction? et, d'autre part, comment expliquer, sans l'action de l'homme, l'entretien, en Orient, d'une variété monstrueuse qui est si vite revenue en Europe au type primitif, puisque Baster, en 1765, dans son excellente monographie (2), signale à la fois la forme normale à côté des autres? Un éleveur attentif que nous avons interrogé, a bien observé de temps à autre des monstruosités telles que celles qui nous occupent; mais un autre industriel qui fait en grand le commerce des poissons rouges, et qui les multiplie dans de vastes étendues d'eau, ne semble point se douter de l'existence de ces monstres, sans doute condamnés d'autant plus vite à périr, que le milieu a été plus favorable au retour à l'état normal.

Quant à une production artificielle de ces monstruosités par des mutilations habilement pratiquées sur le jeune individu, il semble qu'il y faille encore moins songer. Il est difficile d'admettre, après ce que nous avons dit de la conformation du squelette, que ces poissons à deux queues presque complètes soient des individus à queue trifurquée, chez lesquels on aurait fendu celle-ci sur la crête supérieure. Il est infiniment peu probable que les auteurs d'une pareille industrie aient su arrêter juste leur incision aux rayons situés au-dessous du prolongement caudal de la colonne vertébrale dont ils ignorent assurément l'existence.

(1) Nous pouvons signaler entre autres le témoignage du missionnaire Kleyn, cité par Baster : « In fluvio Sleyn Cyprini sunt qui caudam habent trifurcam et a piscatoribus Leid-brassen vocantur quasi diceres aliorum cyprinorum conductores. »

(2) *De King-yu sine Carpione aurato;* dans *Opuscula subceciva.* Harlem, 1765, t. II, lib. II.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XVII.

Fig. 1. — Cyprin monstrueux, à queue double, à anale double, à dorsale remplacée par un tubercule (de grandeur naturelle).

Fig. 2. — La queue du même vue en dessus.

Fig. 3. — La queue du même vue en dessous.

Fig. 4. — Vue de profil du squelette de la queue, grossi 6 fois.

a. Dernière vertèbre avec son prolongement.

bb. Pièces hypurales soutenant la queue de gauche.

cc. Pièces hypurales du côté droit vues à travers l'écartement des précédentes.

ÉTUDE

SUR L'HYDRATE DE CHLORAL

ET LE TRICHLORACÉTATE DE SOUDE

Par M. Henri BYASSON
Docteur-médecin, pharmacien en chef de l'hôpital du Midi

Et M. FOLLET
Pharmacien, ex-interne des hôpitaux.

(Présenté à l'Académie des sciences de Paris dans sa séance du 12 juin 1871)

INTRODUCTION.

En 1869, le docteur Oscar Liebreich découvrait l'action physiologique de l'hydrate de chloral et enrichissait la thérapeutique d'un nouvel agent hypnotique et anesthésique. Cette découverte, importante en elle-même, avait surtout le mérite d'être de celles qui ouvrent des horizons nouveaux et provoquent l'apparition de théories plus précises, parce que l'observation et l'expérience fournissent pour les appuyer des faits incontestables. Parmi les corps, en quantité aujourd'hui innombrable, isolés ou créés par le chimiste dans son laboratoire, beaucoup devront être expérimentés selon la vraie méthode scientifique, et le médecin clinicien utilisera les résultats obtenus pour le bien de l'humanité. L'étude de l'hydrate de chloral montrera, à défaut d'autres considérations, combien est stérile la voie empirique suivie presque toujours par les thérapeutistes, et combien, pour l'explication rationnelle de tout fait quel qu'il soit, il est nécessaire de faire concourir les différentes branches fondamentales de la science, parvenue à un degré si plein d'espérances pour l'avenir.

Lorsqu'un corps constituant une espèce chimique, simple ou composée, est introduit dans un organisme animal, l'expérimentateur se trouve en présence d'un problème des plus complexes. La connaissance de la constitution chimique étant supposée acquise, la voie d'introduction est tout d'abord à considérer.

Le médicament pénètre-t-il directement dans un appareil quelconque en suivant une voie naturelle? Il faudra tenir compte de son action sur les liquides auxquels il va se mélanger, et, comme conséquence première de ce mélange, qui pourra amener des modifications chimiques, les éléments anatomiques tapissant les cavités naturelles seront plus ou moins altérés à cause du changement de leur milieu normal, et cette altération, apparente ou non, aura son contre-coup dans l'organisme tout entier.

Le médicament est-il introduit dans la masse d'un tissu? Il faudra tenir compte de la lésion produite, de la nature chimique du liquide dans lequel vivent ses éléments, des changements de structure qui en sont la conséquence. Nous passerons sous silence quelques autres données moins importantes, mais qu'on ne peut négliger dans la pratique.

Le médicament arrive dans le sang soit avec sa constitution première, soit modifié dans sa composition. A mesure qu'il parvient dans ce tissu vivant et mobile, il rencontre des corps nombreux, de nature complexe, dans un état physique des plus favorables aux réactions, mais formant un tout homogène. De ce mélange envisagé physiquement, résultera une première modification, qui portera surtout sur les globules sanguins, habitués à vivre dans un milieu normal. Si le médicament agit chimiquement, l'expérimentateur aura à déterminer la nature de cette action, et alors le problème se complique. Les corps nombreux qui constituent le sang forment des espèces chimiques mal définies encore et pour lesquelles les progrès de la chimie sont bien à désirer. L'action physiologique principale peut s'arrêter là dans certains cas, et les troubles fonctionnels observés peuvent être la conséquence des réactions constatées. Mais, dans le plus grand nombre des cas, il n'en est pas ainsi. Le sang modifié, transporté dans tous les tissus auxquels il fournit leurs matériaux de nutrition, qu'il débarrasse des produits de dénutrition, va agir sur leurs éléments anatomiques, soit par le médicament primitif qu'il renferme, soit par les corps nouveaux qui se sont formés, soit par lui-même, en vertu des altérations qu'auront subies ses principes fondamentaux. Quels seront les systèmes atteints?

Quelles seront les causes directes, quel sera le processus de la réaction sur l'organisme tout entier? Si l'état normal réapparaît après un temps donné, quelles seront les voies principales d'élimination, sous quelles formes chimiques le corps primitif sera-t-il trouvé dans les excrétions, quelle sera la durée de l'action, et partant de l'élimination?

Telles sont les principales questions qu'il faudra se poser pour parvenir au but.

Dans tout organisme normal appartenant à la même espèce, l'action physiologique sera identique et de même sens : elle diffèrera en quantité, selon les individus, à cause des conditions variées dans lesquelles ils seront placés. Mais dans l'état pathologique bien défini et quel qu'il soit, surtout quand le trouble fonctionnel est bien caractérisé, le médicament pourra avoir une action différente, et il nous suffira de rappeler les considérations qui précèdent, pour n'avoir pas à entrer dans d'autres détails.

On le voit, le champ est vaste, et qui pourrait se flatter de le sillonner et de le féconder tout entier? La solidarité de toutes les sciences apparaîtra toujours comme une nécessité, et c'est en dépouillant l'esprit d'exclusivisme, parfois bien petit, et en tout cas stérile, que le médecin marchera sûrement dans une voie féconde.

Ces considérations sont nées dans notre esprit à la suite de la lecture de l'introduction écrite en tête du mémoire sur l'hydrate de chloral, par M. Os. Liebreich. Quelques-unes d'entre elles y apparaissent plus ou moins nettement, d'autres sont passées inaperçues ou ont paru être oubliées dès qu'il s'est agi de présenter l'interprétation analytique des faits et des expériences.

Observer et concevoir, pour observer encore et expérimenter, si c'est possible, concevoir de nouveau et ainsi de suite, telle paraît être en toute chose la marche suivant laquelle procède la pensée dans ses investigations. En formulant cette conception, nous n'avons d'autre but que de montrer combien, dans ce travail, nous sommes éloignés de croire que nous ayons fait une étude complète, et combien aussi, à mesure qu'on poursuit un sujet, se dressent nombreuses les expériences qu'on voudrait encore tenter.

Telle que nous la présentons, cette étude pourra encore avoir son intérêt. Dans tous les cas, le sujet est des plus séduisants à tous les points de vue, et l'attrait est augmenté par la pensée que l'hydrate de chloral apparaît à tous ceux qui l'étudient comme devant être une ressource précieuse pour soulager bien des maux et parfois pour procurer leur guérison.

La thérapeutique, dans l'interprétation scientifique des résultats que le clinicien enregistre, en est à son enfance ; les médicaments complexes qu'elle utilise produisent des actions physiologiques complexes. C'est en portant tout d'abord ses efforts sur des corps déterminés chimiquement, qu'il sera possible d'apporter quelque lumière dans le chaos. Les exemples sont encore peu nombreux, et nous ne saurions mieux faire que de citer celui que nous a donné un illustre maître, M. Claude Bernard, dans son étude sur l'action de l'oxyde de carbone.

Notre travail présentera trois parties : La première comprendra un aperçu des principaux résultats obtenus, les propriétés chimiques principales de l'hydrate de chloral, surtout celles qui peuvent intéresser le médecin ; nous y joindrons la manière dont on doit se rendre compte de la pureté du produit. La deuxième partie comprendra nos expériences physiologiques. La troisième partie, les déductions qu'on en peut tirer, les applications thérapeutiques générales qui en sont la conséquence, les formes pharmaceutiques que l'hydrate de chloral est susceptible de recevoir.

PREMIÈRE PARTIE.

OBSERVATIONS ET EXPÉRIENCES SUR L'HYDRATE DE CHLORAL.

Le chloral, découvert en 1832 par Liebig et étudié plus particulièrement par Dumas et Stœdeler, n'avait reçu aucune application. C'était un produit de laboratoire d'une importance toute théorique et que l'on préparait, on peut dire, rarement et à grand'peine. L'hydrate de ce corps fut signalé comme anesthésique par M. Oscar Liebreich, au début de 1869, et, à partir de ce jour, les communications se succèdent nombreuses à l'Académie

des sciences, dans les sociétés médicales et les publications scientifiques. Nous croyons inutile de reproduire ici les résumés que nous en avons faits.

De l'examen de ces différents travaux, ressort pour nous cet enseignement : la difficulté de l'expérimentation physiologique, se compliquant parfois de la rapidité avec laquelle les expériences sont faites et de la hâte qu'on peut apporter à les publier sans contrôle ; il n'est pas possible de trouver une autre explication de la divergence des résultats et de la négation catégorique de faits évidents et faciles à renouveler..... (Les caractères principaux du chloral, de l'hydrate de chloral, de l'acide trichloracétique étant peu connus, erronés ou contradictoires parfois dans les ouvrages de chimie, nous avons cru devoir par une étude préalable nous fixer sur les propriétés chimiques de ces différents corps.)

Chloral. — Le chloral est un liquide incolore, d'une mobilité très-grande, d'une odeur piquante spéciale, produisant sur la muqueuse pituitaire une sensation de brûlure. Sa densité à 15 degrés est égale à 1523. Sous la pression de 0^{m}, 7585, il bout à 95 degrés ; il se combine à l'eau et à l'alcool avec élévation de température considérable. Il est miscible à l'éther, il dissout l'iode, le brome, et, à chaud, en proportion notable le soufre et le phosphore. Le camphre se dissout en proportion considérable dans ce corps. L'essence de menthe donne lieu à des phénomènes de coloration très-remarquables et qui méritent d'être étudiés. Nous en dirons autant de l'action de plusieurs hydrocarbures de la série du térébène.

Le chloral ne peut être conservé pendant longtemps avec toutes ses propriétés. Dans un tube scellé à la lampe, où son hydratation est impossible, il se transforme dans sa modification solide, et alors il est insoluble dans l'eau : on le désigne sous le nom de méta-chloral. Cette modification se produit rapidement lorsque le chloral est abandonné dans un vase sur de l'acide sulfurique concentré. Le retour au premier état s'effectue sous l'influence de la chaleur, vers 180 degrés.

Toutes les fois que l'on fait agir le chlore sur l'alcool concentré, ou bien sur l'amidon et le sucre, du chloral se produit. Le

procédé le plus complet de préparation qui ait été donné est celui de M. Dumas décrit dans son Traité de chimie. C'est celui que nous avons suivi tout d'abord pour préparer le chloral qui nous était nécessaire. Mais nous sommes arrivés à le modifier, de façon à rendre la fabrication en quelque sorte industrielle, et à obtenir un produit tout à la fois d'un prix peu élevé et d'une pureté irréprochable. On comprend qu'il n'est pas dans notre sujet d'entrer dans tous les détails. Il nous suffira de dire : 1° que l'alcool anhydre est remplacé par l'alcool commercial à 95 degrés ; 2° que nous faisons agir le chlore dans des conditions de température différente ; 3° que la séparation des produits nombreux par rectifications, a été également modifiée..... (Suivent quelques explications chimiques sur les produits nombreux formés en même temps que le chloral. Cette partie chimique, quoique peu étendue et incomplète dans tous les ouvrages, a pour but de montrer que nous nous sommes appliqués à expérimenter avec un produit d'une grande pureté.)

Hydrate de chloral. — Le corps employé en médecine sous le nom d'*hydrate de chloral* ou *chloral hydraté* est la combinaison du chloral avec l'eau et ce corps à la formule suivante : $C^4HCl^3O^2,2HO$, qui montre que 100 grammes de chloral demandent en chiffres ronds 12gr,2 d'eau pour s'hydrater. Nous laisserons de côté les considérations sur la constitution chimique de ce corps et de son générateur le chloral. Si, d'un côté, M. Wurtz, par l'action du chlore sur l'aldéhyde, n'a pu obtenir que du chlorure d'acétyle et le chlorure d'acéhyle mono-chloré, d'un autre côté M. Personne, suivant la marche employée par Melsens pour revenir de l'acide trichloracétique à l'acide acétique, a régénéré l'aldéhyde au moyen du chloral. La combinaison du chloral et de l'eau s'effectue avec une élévation de température considérable si le chloral anhydre est bien pur, et c'est une phase de la préparation qui demande quelques précautions, si l'on opère sur des quantités un peu considérables. L'hydratation terminée, la cristallisation commence, dès que la température est suffisamment abaissée.

L'hydrate de chloral est un corps solide à la température ordi-

naire, blanc, cristallisant de deux manières différentes: tantôt en prismes à quatre pans très-fins, s'irradiant autour d'un centre commun, tantôt en rhomboèdres. Ces deux formes constituent-elles deux corps différents, ou bien avons-nous affaire à un cas de dimorphisme? Le dosage de la proportion d'eau, fait à plusieurs reprises, nous donne pour la variété rhomboédrique un chiffre légèrement plus élevé, mais qui ne correspond pas à une formule précise; il est vrai que le dosage fait au moyen de l'acide sulfurique concentré n'est pas d'une exactitude suffisante, parce que cet acide attaque toujours un peu le chloral. Cependant lorsqu'on fait cristalliser une solution aqueuse concentrée d'hydrate de chloral faite dans les proportions suivantes: hydrate de chloral, 100 grammes; eau, 25 grammes, voici ce qu'on remarque: Formation de cristaux rhomboédriques d'abord, sur lesquels viennent s'implanter des cristaux prismatiques. Si l'on sépare ces derniers après avoir fait égoutter la liqueur mère, et si on veut les dessécher, on y réussit rarement. Ces cristaux prismatiques se désagrègent, et, en plaçant un cristal sur le porte-objet du microscope, on peut suivre cette transformation. Les cristaux rhomboédriques d'hydrate de chloral offrent souvent sur leurs faces des stries parallèles et régulières, qu'on croirait formées, à un grossissement un peu considérable, de prismes très-fins, juxtaposés, présentant leurs arêtes parallèles à la face du rhomboèdre sur laquelle ils sont disposés. Le point de fusion de la variété rhomboédrique est de deux degrés environ plus élevé. Tels sont les faits que nous avons observés et qui demandent une étude minutieuse, pour trancher la question de dimorphisme.

Dans le commerce, l'hydrate de chloral affecte la structure saccharoïde, due à l'enchevêtrement des cristaux; on le rencontre parfois sous la forme de cristaux rhomboédriques séparés et transparents, qu'il est d'ailleurs facile d'obtenir. L'hydrate de chloral sous cette forme présente l'inconvénient de s'altérer plus rapidement que sous la première. Nous en dirons autant de la forme en quelque sorte amiantoïde, dans laquelle l'hydrate de chloral est cristallisé en prismes fins et très-longs. L'hydrate de chloral fond entre 45 et 46 degrés centigrades, la variété rhom-

boédrique entre 47 et 48 degrés. Il bout entre 96 et 98 degrés, sous la pression de 0,7595, et il est facile d'expliquer pourquoi, quelle que soit la pureté de l'hydrate de chloral, la température oscille de 2 degrés..... Cette expérience prouve que l'hydrate de chloral, quoique étant une combinaison définie, se dissocie légèrement, les premières portions distillées renfermant moins d'eau que les dernières. L'hydrate de chloral se dissout en proportion très-grande dans l'eau, l'alcool, la glycérine, l'éther, le chloroforme. L'odeur est franche, légèrement piquante, sans mélange d'odeur d'aldhéhyde ou de produit empyreumatique. La saveur est désagréable, caustique, et a besoin d'être masquée pour être facilement acceptée. Saisi avec les doigts, l'hydrate de chloral, donne la sensation d'un corps gras; étant très-déliquescent, il fond au contact de l'eau exhalée par la peau; laissé en contact pendant quelques instants avec elle, il amène la mortification de l'épiderme et son rapide renouvellement. Les substances animales et végétales sont promptement désorganisées même à froid. Laissé en contact avec ces dernières et fondu en leur présence, il se colore de teintes variées, sous lesquelles, d'ailleurs, il n'était pas rare de le rencontrer au début dans le commerce. Abandonné à l'air libre dans un lieu sec, l'hydrate de chloral s'évapore lentement à la manière du camphre ; enfermé dans un flacon, il se sublime et cristallise sur les parois. L'hydrate de chloral en dissolution dans l'eau doit manifester au papier de tournesol une réaction à peine acide, de telle façon que la plus petite quantité d'alcali suffise pour la faire disparaître. La dissolution aqueuse exposée à la lumière s'acidifie avec le temps. Avec le nitrate d'argent, elle ne doit pas donner de précipité, les échantillons les plus purs manifestent un trouble à peine visible.

L'hydrate de chloral s'oppose longtemps à la fermentation alcoolique : dans deux vases semblables, on dispose une solution de sucre dans laquelle on sème de la levûre de bière; on fait dissoudre dans l'un de l'hydrate de chloral dans la proportion de un pour cent du liquide; la fermentation ne s'est produite dans ce dernier que dix-sept jours après le premier. L'hydrate de chloral, soumis à l'action des alcalis hydratés, se dédouble en chloroforme

et en acide formique passant à l'état de formiate à mesure qu'il se produit. Ce dédoublement se produit lentement à froid; à chaud, même à 40 degrés, il est très-rapide. Les carbonates alcalins et même les bicarbonates produisent le dédoublement du chloral à une température peu élevée. Cette réaction fondamentale, facile à répéter, est celle qui a conduit M. Oscar Liebreich à son emploi thérapeutique. Soumis à l'action des oxydants tels que l'acide nitrique, il se combine à deux molécules d'oxygène et se transforme en acide trichoracétique..... (Suivent les formules de ces deux réactions, et les essais de cinq échantillons d'hydrate de chloral, pour montrer comment il faut procéder pour s'assurer de la pureté du produit.)

L'hydrate de chloral en solution aqueuse de moyenne concentration, 10 à 40 pour 1000, coagule l'albumine. Le coagulum n'est jamais bien dense. Il réduit la liqueur cupro-potassique avec rapidité et énergie : la formation du sous-oxyde de cuivre rouge est en quelque sorte instantanée. Les formiates alcalins ne réduisent au contraire la liqueur du Fehling qu'avec une extrême difficulté, et l'ébullition doit être longtemps prolongée pour produire, non un dépôt d'oxydule de cuivre, mais un simple changement de coloration. Dans les mêmes conditions, le chloroforme agit comme corps réducteur, et la rapidité de l'action, quoiqu'elle ne soit pas comparable à celle du chloral hydraté, est toutefois considérable. Les conclusions à tirer de ces trois faits rapprochés sont les suivantes : dans l'action de la liqueur de Fehling sur l'hydrate de chloral, liqueur très-alcaline, le dédoublement de ce composé est rapide : l'acide formique, se produisant dans un milieu oxydant, passe à l'état d'acide carbonique, en donnant lieu à des phénomènes de réduction : le chloroforme, se formant dans un milieu oxydant et alcalin, se trouve également oxydé avec rapidité et transformé en partie en chlorures et carbonates. On voit combien il faut tenir compte, même pour des faits relativement simples, des conditions variées dans lesquelles on opère et de l'état des corps : nous aurons occasion plus loin de rappeler ces faits.

Les expériences dont nous allons donner les résultats ayant

été faites comparativement, en employant, outre l'hydrate de chloral, le chloroforme, le formiate de soude et le trichloracétate de soude, nous croyons, sans nous y arrêter longtemps, faire connaître ces composés.

Nous passerons sous silence le chloroforme. Le formiate de soude a été préparé par la saturation, au moyen du bicarbonate de soude, de l'acide formique obtenu selon le procédé de M. le professeur Berthelot par l'action de la glycérine sur l'acide oxalique.

Acide trichloracétique. — L'acide trichloracétique a été découvert par M. Dumas, qui l'a préparé par l'action du chlore sur l'acide acétique cristallisable, sous l'influence de la lumière solaire. Ce procédé très-long est insuffisant pour en produire facilement une quantité considérable. Nous l'avons préparé par oxydation du chloral..... (1). (Nous ne pensons pas qu'il soit nécessaire de reproduire ici la description du procédé de préparation que nous avons fait connaître ailleurs avec quelques détails.) L'acide trichloracétique étant très-déliquescent, on a souvent de la peine à l'obtenir et à le conserver à l'état solide. Ce corps est blanc, cristallisé en rhomboèdres, d'une odeur spéciale, faible à froid, et qui rappelle celle de la liqueur que les Carabes (insectes coléoptères) dégorgent quand on les saisit. Sa saveur est des plus âcres ; sa causticité est si grande qu'il détermine rapidement la vésication ; même en solution dans cinq parties d'eau et injecté sous la peau, il produit la désorganisation des tissus environnants. En présence de l'acide sulfurique et à chaud, il est moins stable que le chloral et se décompose en partie, en donnant divers produits qui restent en dissolution dans l'acide en le colorant et en dégageant de l'acide chlorhydrique, de l'oxyde de carbone, de l'acide carbonique et plus tard, au-dessus de 200 degrés, de l'acide sulfureux.

(1) Le procédé de préparation que nous avons suivi et que nous avons d'abord cru nouveau, a été indiqué par M. Kolbe (*Annal. der chem. et pharm.*, t. LIV, p. 82). La note sur la préparation de l'acide trichloracétique, de M. Clermont, parue aux *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (t. LXXIII, p. 112), n'est donc pas nouvelle quant au principe du procédé. — C'est au mois de mai 1870 que nous avons, pour la première fois, appliqué le procédé décrit dans ce mémoire.

Sous l'influence des alcalis hydratés, l'acide trichloracétique se dédouble en chloroforme et en carbonate alcalin ; mais ce dédoublement indiqué théoriquement est beaucoup plus complexe. En premier lieu, l'acide trichloracétique est plus stable que l'hydrate de chloral ; placés tous deux dans les mêmes conditions, ils ne fournissent pas dans le même temps des quantités équivalentes de chloroforme ; en second lieu, la température à laquelle on fait agir les alcalis fait varier le résultat..... (Nous ne pensons pas qu'il soit utile de reproduire ici les détails qui concernent ce dédoublement et la préparation des trichloracétates de soude et de magnésie dont nous nous sommes servis dans nos expériences.)

DEUXIÈME PARTIE.

EXPÉRIENCES EXÉCUTÉES COMPARATIVEMENT AVEC L'HYDRATE DE CHLORAL, LE TRICHLORACÉTATE DE SOUDE OU DE MAGNÉSIE, LE CHLOROFORME ET LE FORMIATE DE SOUDE.

Nous avons partagé ces expériences en quatre séries :

1re *série :* Expériences sur les grenouilles.

2e *série :* Expériences sur les rats blancs et cochons d'Inde domestiques, ou cobayes.

3e *série ;* Expériences sur les chiens.

4e *série :* Recherche du chloroforme et de l'acide formique, action de l'oxygène sur les animaux chloralisés ; administration du trichloracétate de soude à l'homme, et quelques observations sur l'influence de l'hydrate de chloral chez l'homme.

Chaque série comprend sept ou huit expériences ou observations. Les corps désignés, dont les doses ont été variées, ont été administrés par les voies suivantes : par injection sous-cutanée, dans la région lombaire ; par la voie stomacale, par la voie pulmonaire et par injection sous-cutanée par le chloroforme. Le nombre des respirations, le nombre des pulsations du cœur, la température, la sensibilité, ont été notés fréquemment, de façon à pouvoir, en tenant compte des différents cas, tirer une conclusion

rigoureuse. Dans les cas suivis de mort, l'autopsie a été pratiquée. L'existence du chloroforme exhalé pendant le sommeil chloralique a été démontrée en faisant passer l'air expiré sur de la chaux chauffée au rouge qui décompose le chloroforme : les précautions étaient prises pour empêcher qu'on ne pût invoquer que ce phénomène fût l'effet de l'hydrate de chloral. L'acide formique a été isolé des urines des animaux ou de l'homme, émises après le sommeil chloralique, ou trouvées dans la vessie des animaux morts. La discussion et l'interprétation de ces expériences variées, qu'il eût été trop long d'exposer ici, font l'objet de la troisième partie.

TROISIÈME PARTIE.

DISCUSSION ET INTERPRÉTATION DES FAITS INDIQUÉS PRÉCÉDEMMENT.

Nous avons établi, dans la première et la deuxième partie, les bases sur lesquelles nous pourrons bâtir nos déductions et nos conclusions. Après avoir cherché à acquérir une connaissance précise des substances chimiques expérimentées, nous avons agi par comparaison et cherché à baser les conceptions nées de l'observation sur de nouvelles expériences. C'était le moyen d'éviter les séductions d'une théorie préconçue, vers laquelle, tout naturellement, notre pensée fait converger ses efforts, se couvrant ainsi d'un voile épais, qui lui dérobe la vue de presque tous les faits qui ne pourraient pas concourir vers le but marqué d'avance : signaler cet écueil que tout observateur côtoie dans l'étude des sciences d'observation, c'est simplement montrer que nous avons fait nos efforts pour l'éviter.

L'hydrate de chloral, quelle que soit la voie d'introduction suivie dans nos expériences, voie stomacale, tissu cellulaire souscutané, agit de la même manière, et la rapidité d'action ne paraît pas varier. Dans le premier cas, malgré la causticité du médicament, la tolérance par l'estomac a paru facile ; mais nous rappellerons que le médicament, dans ce cas, était toujours administré en solution aqueuse assez étendue et sucrée. Dans un seul cas

d'autopsie, la surface de l'estomac, au niveau de la grande courbure, était phlogosée. Dans nos injections sous-cutanées, nous n'avons jamais eu d'ulcération proprement dite. L'hydrate de chloral rencontre dans ce tissu un liquide légèrement alcalin ; mais, son renouvellement étant très-lent, son action sur le médicament est peu considérable. Ainsi que l'autopsie nous l'a montré et de même que pour le trichloracétate de soude, le pourtour de la cavité artificielle, dans laquelle la solution du médicament se loge pour un certain temps, présente une substance plastique due à un commencement de coagulation des matières albumineuses, due aussi à l'épanchement qui se produit toujours autour d'un corps étranger. Dans son passage à travers les voies digestives, l'hydrate de chloral ne peut éprouver de modification de la part des liquides qu'il rencontre ; leur composition chimique ne présente aucun corps dont l'action sur l'hydrate de chloral, le trichloracétate de soude et le formiate de soude mérite d'être prise en considération ; s'il est vrai qu'une portion de la salive soit alcaline, le suc gastrique est acide, et d'ailleurs l'alcalinité des liquides est trop faible et la durée du contact trop courte pour amener l'altération d'une quantité appréciable du médicament.

Ces considérations ne sauraient s'appliquer à l'introduction du chloroforme dans l'économie. Les expériences nous ont montré combien son action était différente en rapidité et en quantité, selon qu'il agissait directement par l'appareil respiratoire ou qu'il était introduit mélangé à l'alcool dans le tissu cellulaire sous-cutané. Dans ce dernier cas, la lenteur de l'absorption est certainement due à son insolubilité dans l'eau, et l'alcool sert d'intermédiaire pour faciliter son arrivée dans le sang.

L'hydrate de chloral arrive dans le sang par l'une des deux voies signalées : son état de dissolution, l'arrivée par petites portions dans un liquide toujours en mouvement, l'empêchent d'agir chimiquement. Ces deux conditions et de plus l'alcalinité du sang, qu'on ne peut faire disparaître sans amener la mort, la température du milieu, sont éminemment favorables à la décomposition du médicament dans ses deux facteurs. Du chloroforme se produit pendant un certain temps d'une manière continue, jus-

qu'à l'absorption complète de l'hydrate de chloral et en même temps de l'acide formique. Ce dernier corps, prenant naissance dans un milieu alcalin et éminemment oxydant, passe en grande partie à l'état de carbonate, une faible quantité seulement échappant par les urines, surtout quand l'action se prolonge. Mais la conséquence de cette transformation en carbonate est l'absorption d'une partie de l'oxygène, et, partant, les conditions de la vie des globules sanguins, se trouvent changées. Les preuves de cette action, que tous les physiologistes ont laissé passer inaperçue, apparaissent nombreuses, quand on relit les observations présentées. La preuve la plus irréfutable se déduit de la coloration du sang et des caractères de la mort, qui sont ceux de l'asphyxie. Dans cette altération des globules rouges par l'absorption d'une partie de l'oxygène, nous trouvons l'explication de certains faits : les animaux dont l'activité respiratoire est très-grande exigent une plus grande quantité de médicament : d'après l'observation de Liégeois et de quelques autres savants, le chloroforme, sur un sujet préalablement chloralisé, parvient difficilement à produire l'anesthésie ; l'hydrate de chloral, au contraire, d'après l'observation de M. Giraldès, continue l'action du chloroforme ; enfin, l'action principale et si rapide de l'oxygène se trouve légitimée.

Pourquoi, si nous attribuons une part considérable d'action à l'acide formique produit dans le sang, le formiate de soude a-t-il une action si faible et en quelque sorte nulle, à moins d'être donné à très-haute dose? La réponse est facile si on n'oublie pas les conditions dans lesquelles on se trouve dans les deux cas. Dans le premier, c'est-à-dire quand l'acide formique se forme dans la masse du sang, ce corps est à l'état naissant, et en quelque sorte dans un état comparable à celui où il se trouve lors de sa formation dans la liqueur cupro-potassique, agissant sur l'hydrate de chloral. Or, qu'avons-nous observé dans ce cas? Une réduction rapide due principalement à l'oxydation de l'acide formique au fur et à mesure de sa formation : car la réduction est beaucoup moins rapide, d'une part, avec le chloroforme, de l'autre presque nulle avec l'acide formique. Ainsi donc, l'un des deux facteurs du dédoublement de l'hydrate de chloral, agit direc-

tement et rapidement pour soustraire aux globules du sang une partie de l'oxygène et diminuer leur activité.

Quel est le mode d'action du second produit, à coup sûr le plus important dans l'action physiologique de l'hydrate de chloral? En premier lieu, il est certain que vu les conditions de sa production, une certaine quantité est rapidement transformée en chlorure et formiate, et ce dernier sel en carbonate; mais cette action est certainement secondaire. Le chloroforme absorbé par les globules sanguins et transporté par toutes les parties du corps, va agir sur certains éléments anatomiques en modifiant physiquement et chimiquement certains de leurs éléments constituants jusqu'à sa complète élimination. De là l'explication de ce fait qu'une partie du chloroforme est éliminée par voie d'échange gazeux à la surface pulmonaire. Mais dans l'état actuel de la science, il n'est pas possible de dire quelles sont les substances constituantes des globules du sang et des différents éléments constituant le système nerveux, qui sont modifiés physiquement ou chimiquement par le chloroforme. Par des observations microscopiques minutieuses, par des analyses chimiques persévérantes et délicates, il sera toutefois possible, en multipliant les expériences, de combler ce *desideratum*. Les substances grasses phosphorées, telles que la lécithine et le protagon, sur lesquelles certains auteurs ont fait porter l'action du chloroforme, sont, malgré de nombreux travaux, encore mal définies, et la composition chimique comparée des différentes parties du système nerveux est loin d'être bien connue.

Est-il possible d'admettre que l'action physiologique de l'hydrate de chloral se réduise à celle du chloroforme produit par dédoublement dans la masse du sang? Les différences signalées dans le mode d'action de ces deux corps par l'observation et l'expérience sont-elles dues uniquement au mode d'introduction du médicament dans l'économie? Les faits précédents, rigoureusement déduits de certaines de nos expériences, suffiraient à eux seuls pour répondre qu'il n'est pas possible d'accepter une semblable explication. Mais la conséquence à tirer du mode d'action du trichloracétate de soude, telle qu'elle ressort des

expériences comparatives, vient apporter un nouvel appui à notre manière de voir. Voilà un médicament qui, administré, comme l'hydrate de chloral, par voie stomacale ou par injection sous-cutanée, donne du chloroforme dès qu'il arrive dans le sang, et, cependant, l'intensité et la durée de l'action, les modifications de la sensibilité, ne sont pas semblables. La marche des phénomènes produits par l'administration du trichloracétate de soude se rapproche beaucoup plus de celle qui est observée lorsque le chloroforme est injecté sous la peau, que de celle qui résulte de l'administration de l'hydrate de chloral. Voilà donc trois corps qui, agissant sur un organisme animal, ont une action similaire. Dans une étude physiologique, on ne peut les séparer, et ils pourraient former un genre spécial, dont chacun constituerait une espèce particulière. Le chloroforme, administré par l'appareil respiratoire sous forme de vapeur, conserve le premier rang comme agent anesthésique; son action est rapide et relativement de courte durée. Administré par voie d'injection sous-cutanée, il passe au troisième rang comme agent anesthésique et modificateur de la sensibilité. L'hydrate de chloral, administré par voie stomacale ou par injection sous-cutanée, doit être placé au premier rang comme agent soporifique, au second par rapport au chloroforme comme modificateur de la sensibilité; son action est rapide, de longue durée relativement et se complique de la double action, d'une part du chloroforme, d'une autre de celle de l'acide formique agissant à l'état naissant, actions bien distinctes et qui se surajoutent. Le trichloracétate de soude, quelle que soit la voie suivie pour l'introduire dans l'organisme animal, agit uniquement comme du chloroforme qui pénètre lentement dans le sang. La décomposition moins rapide dans les mêmes circonstances que celle de l'hydrate de chloral, l'absence de l'acide formique produit en suffisante quantité pour déterminer une absorption notable d'oxygène et gêner l'hématose, expliquent pourquoi l'action n'est pas identique.

D'après ce qui précède, nous venons confirmer la théorie du dédoublement de l'hydrate de chloral dans l'économie, telle qu'elle a été formulée par le professeur Oscar Liebreich et telle qu'on la

produit dans le laboratoire ; mais au point de vue physiologique, nous croyons avoir démontré que l'hydrate de chloral n'agit pas uniquement comme du chloroforme introduit lentement dans le sang.

Il résulte de nos expériences que l'influence des doses est considérable, et il est facile de se convaincre qu'il y aurait grand danger à vouloir atteindre l'anesthésie complète, telle qu'elle est produite par le chloroforme. La mort est survenue invariablement chez tous les animaux chez lesquels un pareil résultat avait été obtenu. L'explication d'un pareil fait est facile à donner : en premier lieu, l'hydrate de chloral agit comme médicament asphyxiant ; en second lieu, dès qu'une certaine dose a été introduite dans l'organisme, elle agit successivement jusqu'à sa complète absorption, transformation et élimination, et on ne peut à un moment donné arrêter subitement l'influence du médicament. Le chloroforme n'agît pas, ou agit très-peu comme asphyxiant, son action est rapide et l'organisme n'y est soumis que pendant un temps relativement court ; dès que les symptômes alarmants se manifestent, le médicament absorbé par inhalation est immédiatement éloigné.

QUATRIÈME PARTIE.

CONCLUSIONS.

Nous pouvons donc formuler les propositions suivantes :

1° L'action de l'hydrate de chloral sur des organismes similaires est différente de celle du chloroforme ;

2° Cette action est spéciale à ce corps, mais elle peut être considérée comme la résultante de celle des deux produits dans lesquels il se dédouble au contact du sang, savoir : le chloroforme et l'acide formique ;

3° L'action de l'hydrate de chloral sur l'organisme animal est différente de celle du trichloracétate de soude qui, au contact du sang, produit du chloroforme et de l'acide carbonique principalement.

Dans l'action de l'hydrate de chloral, l'abaissement de température, la diminution dans le nombre des mouvements respiratoires, sont beaucoup plus marqués qu'avec le chloroforme et le trichloracétate de soude. Les expériences montrent également qu'en tenant compte de la rapidité et de la durée d'action, l'hydrate de chloral, comme les deux autres corps, agit successivement, en premier lieu sur les ganglions du cerveau, en second lieu sur ceux de la moelle épinière, en dernier lieu sur les ganglions du cœur.

Pour résumer pratiquement l'action effective de l'hydrate de chloral, telle que les expériences nous l'ont montrée, nous distinguerons trois degrés atteints graduellement et successivement par des doses croissantes, mais variables suivant les individus.

1er degré : Action soporifique faible et sédation légère du système nerveux sensitif, pouvant s'accompagner par intermittences d'une agitation particulière, comparable à celle que produisent certains rêves.

2e degré : Action soporifique énergique et impérieuse, avec diminution de la sensibilité ; à cette période correspond un sommeil calme, d'une durée variable, mais sans trouble apparent des fonctions principales de la vie. Par des doses successives, administrées dès que l'action des premières a presque complétement disparu, le sommeil peut être entretenu pendant une période relativement très-longue.

3e degré : Action anesthésique, avec perte complète de la sensibilité générale et résolution musculaire complète : la mort survient presque toujours lorsqu'on a atteint ce degré. On peut la retarder par la respiration artificielle, et, comme l'expérience nous l'a montré, l'empêcher très-probablement par des inhalations d'oxygène.

M. le professeur Oscar Liebreich a fait connaître quelques expériences démontrant l'antagonisme de la strychnine et de l'hydrate de chloral. De son côté, Liégeois, retournant l'expérience, a montré que l'hydrate de chloral était antagoniste de la strychnine.

Les appréciations thérapeutiques ressortent naturellement des

déductions que nous avons formulées plus haut au point de vue pratique. Dans toutes les affections nerveuses si variées, d'origine multiple, en présence desquelles les ressources de l'art sont si limitées, l'hydrate de chloral sera toujours administré avec fruit. Dans presque tous les cas, il calmera les souffrances, et souvent son action, suffisamment continuée, amènera la guérison, par l'influence du sommeil calme qu'il produit et qui permettra à l'organisme de réagir.

Les malades soumis à l'influence du sommeil chloralique perçoivent-ils la douleur en apparence calmée ? Il est difficile de répondre catégoriquement ; mais, dans tous les cas nombreux qu'il nous a été donné d'observer, les malades, à leur réveil, n'ont aucun souvenir de leur souffrance. Les principales contre-indications signalées pour son emploi résident dans la présence d'ulcérations ou plaies, de quelque nature qu'elles soient, sur le trajet du tube digestif, dans l'existence d'une affection organique des appareils respiratoires et circulatoires. Dans le premier cas, on pourrait pratiquer des injections sous-cutanées et souvent l'administrer sous forme de lavement, en employant un excipient convenable et qui remédierait à son action caustique.

C'est avec juste raison qu'on a pratiquement rapproché l'action thérapeutique de l'hydrate de chloral de celle de l'opium, dont il ne possède aucun des graves inconvénients. Au point de vue physiologique, le rapprochement n'a aucune raison d'être fait.

Il nous serait facile de présenter la liste des nombreuses affections dans lesquelles l'hydrate de chloral a été administré, souvent avec succès. Nous jugeons que cette nomenclature n'aurait pratiquement aucun intérêt, et nous nous en tiendrons aux quelques considérations générales que nous venons de formuler. Nous signalerons combien il serait à souhaiter que ce médicament fût appliqué sérieusement au traitement de tant de formes de folie, dans lesquelles la surexcitation du système nerveux et l'insomnie sont les éléments principaux. Dans tous les cas, le médecin devra, dans l'administration de l'hydrate de chloral, débuter par des doses faibles relativement, telles que $0^{gr},50$ chez les jeunes enfants, 1^{gr} chez les adultes ; pareille dose peut être renouvelée

toutes les demi-heures, jusqu'à production du sommeil calme ; au réveil, et si l'effet produit n'a pas été suffisamment prolongé, il n'y a pas de danger à continuer de semblables doses.

La facile solubilité de l'hydrate de chloral en proportion considérable dans l'eau, l'alcool, l'éther, le chloroforme, la glycérine, permettent de donner à ce médicament des formes médicamenteuses nombreuses et variées : la connaissance que nous avons de ses propriétés physiques, organoleptiques et chimiques peuvent nous guider sûrement dans le choix de telle ou telle préparation.

En premier lieu, pour l'usage interne, nous conseillerons, comme l'a fait M. Oscar Liebreich, l'emploi de sirop. M. Follet a le premier, en France, indiqué et préparé un sirop agréable exactement dosé et qui peut être pris sans dégoût ; il est préparé en dissolvant 1 gramme d'hydrate de chloral dans 20 grammes de sirop de Tolu, ou le contenu d'une cuillerée à bouche. Ce sirop se conserve en quelque sorte indéfiniment. L'hydrate de chloral a été administré à l'état solide recouvert d'une enveloppe de gélatine, c'est-à-dire sous forme de capsules. Nous ne saurions conseiller cette préparation pour deux raisons : la première, parce qu'au bout d'un certain temps l'enveloppe se détériore ; la seconde, parce que le contact de l'hydrate de chloral non dissous sur la paroi stomacale produira dans beaucoup de cas une irritation dangereuse.

Dans tous les cas et selon les indications qu'il voudra remplir, le médecin pourra formuler telle quantité d'hydrate de chloral qui lui paraîtra convenable en solution dans un excipient sucré et aromatisé.

Pour l'usage externe et en application sur la peau, l'hydrate de chloral ne peut avoir une action très-énergique : il mortifie l'épiderme et provoque son renouvellement, mais son absorption doit être des plus lentes. Si le médecin désire l'employer, nous lui conseillerons une solution de ce corps dans la glycérine, dans la proportion de 5 grammes pour 20 d'excipient.

Sous forme de lavement à la dose de 2 et 4 grammes dissous dans l'eau, l'hydrate de chloral est difficilement supporté : le médecin devra faire émulsionner un jaune d'œuf dans la solution.

Pour les injections sous-cutanées, nous conseillerons la solution suivante : Hydrate de chloral, 10 grammes ; eau, 30 grammes.

Le trichloracétate de soude peut recevoir les mêmes formes pharmaceutiques que l'hydrate de chloral et être administré, soit aux mêmes doses, soit à des doses un peu plus élevées. Il restera à déterminer, par l'expérience thérapeutique et clinique, quels sont les cas où il convient de l'administrer de préférence à l'hydrate de chloral, et à rechercher si d'autres trichloracétates, et en particulier les trichloracétates d'alcaloïdes, ne seraient pas préférables et ne répondraient pas à d'autres indications.

RECHERCHES

SUR LES

FONTANELLES ANOMALES DU CRANE HUMAIN

Par le Dr E. T. HAMY

Membre et lauréat de la Société anatomique de Paris,
Secrétaire de la Société d'anthropologie, etc.

I

La voûte du crâne d'un enfant à terme se présente ordinairement sous la forme d'un ovale plus ou moins allongé, qu'une saillie exagérée des bosses pariétales transforme assez souvent en une sorte de losange, ou plutôt en un pentagone dont les angles correspondent à la protubérance occipitale et aux bosses pariétales et frontales.

Dans l'état normal, cette surface, formée par les cinq os qui constituent la voûte à cette époque de son développement, nous montre d'abord d'avant en arrière les deux frontaux dont l'articulation linéaire dans son tiers inférieur se transforme graduellement en ce quadrilatère membraneux qu'on nomme *grande fontanelle*, *fontanelle antérieure* ou *bregmatique*. Les pariétaux qui constituent les bords postérieurs de ce quadrilatère limité en avant, comme on vient de le voir, par les os frontaux, sont unis l'un à l'autre par une ligne articulaire à peine sinueuse, qui, quelques centimètres plus loin, aboutit à la *petite fontanelle*, *fontanelle* postérieure ou *lambdatique*, très-petite lacune triangulaire située à la rencontre des sutures lambdoïdes et de cette même suture sagittale. Il existe aux angles inférieurs des pariétaux d'autres fontanelles moins importantes, dont nous n'avons pas à nous occuper ici.

Cette disposition du crâne fœtal est de beaucoup la plus fréquente, et la plupart des traités d'anatomie se contentent aujourd'hui d'une description sommaire qui s'éloigne peu de celle que

l'on vient de rappeler. Cependant les premiers ostéogénistes avaient observé déjà diverses anomalies à la surface du crâne, sur le sinciput en particulier, *fissures*, *sillons* et *sutures fausses*, qu'ils attribuaient, il est vrai, à des *erreurs* ou à des *jeux de la nature* (1) et qui certainement correspondent en partie aux malformations dont nous allons parler plus loin.

Depuis lors l'étude de plus en plus complète des phénomènes de l'ossification, en faisant disparaître une étiologie puérile, a permis de baser sur l'examen d'un très-grand nombre de pièces une classification raisonnée. Les *fausses sutures* d'Eysson et de ses contemporains sont de véritables sutures unissant entre eux des os primitivement distincts à l'état normal, l'épactal par exemple, ou des portions d'os irrégulièrement développés par plusieurs points, comme les pariétaux supérieur et inférieur, ou enfin joignant aux os normaux les os complémentaires ou *wormiens* qui comblent si souvent leurs intervalles de séparation.

Les *fissures*, *sillons* ou *hiatus* des écrivains du XVIIe et du XVIIIe siècles correspondent aux *fentes* que l'on observe habituellement en certains points de l'occipital et des pariétaux. Enfin les *espaces membraneux*, dont il est également parlé dans plusieurs vieux auteurs, s'appellent aujourd'hui *vacuoles*, s'ils se rencontrent dans la trame même de l'os, et *fontanelles anomales*, s'ils sont situés sur le trajet d'une suture. Le court mémoire qui suit est consacré à l'étude de cette dernière classe d'anomalies.

II

Les *fontanelles anomales*, ces espaces membraneux, de formes et de dimensions très-variables, qui se rencontrent dans les sutures imparfaites encore du crâne du nouveau-né, sont au nombre de quatre, et occupent toutes le plan médian de la tête. Ce sont, d'avant en arrière, la fontanelle *naso-frontale*, la *médio-frontale*, la *sagittale* et la *cérébelleuse*.

La première et la quatrième sont de beaucoup les plus rares et

(1) Eysson, *Tract. anatom. de ossibus infantis cognoscendis* ap. Manget. *Bibl. Anat.*, t. II, p. 487-488.

les moins importantes. Nous avons donné, en 1869, une description de la *fontanelle naso-frontale*, dont nous avions observé deux cas (1). Il nous suffira de rappeler que cet espace membraneux, généralement fort petit, puisqu'il ne dépasse guère 3 millimètres de côté, est irrégulièrement triangulaire, et qu'il est limité en haut par les angles internes et inférieurs des os frontaux, en bas par les os propres du nez.

La *fontanelle cérébelleuse* que nous avons décrite sur un fœtus microcéphale en 1867 (2), occupait la partie moyenne de la base de l'écaille occipitale, immédiatement au-dessus du trou qui porte le même nom. On sait que l'espace articulaire relativement assez large qu'interceptent les deux petits os qui concourent à former la moitié inférieure de l'écaille occipitale, est comblé plus tard par un point d'ossification complémentaire découvert par Kerckring, et auquel MM. Rambaud et Ch. Renault ont imposé le nom de cet anatomiste (3). Que ce *granule de Kerckring* fasse défaut ou se développe incomplétement, on rencontrera à la base de la suture médio-cérébelleuse, alors à peu près effacée, une petite membrane triangulaire. C'est notre *fontanelle cérébelleuse*.

Les conditions d'existence de ce dernier espace fontanellaire expliquent l'extrême rareté de cette anomalie ; l'observation que nous venons d'analyser est, en effet, jusqu'à présent restée unique. Il n'en est pas de même de la fontanelle médio-frontale dont Malgaigne, Velpeau, MM. J. V. Gerdy, Le Courtois, etc., ont recueilli un certain nombre d'exemples. La fréquence relative d'un espace fontanellaire en ce point de la voûte crânienne est en rapport avec le mode d'ossification des os frontaux.

On sait, en effet, depuis la publication du célèbre ouvrage d'Albinus (4), que les rayons osseux qui divergent des points pri-

(1) *Cours sur l'anatomie du crâne* professé à la salle Gerson, deuxième semestre, 1869.

(2) E. T. Hamy, *Description d'un fœtus microcéphale avec déformation intra-utérine*. (*Bull. de la Soc. d'anthrop. de Paris*, 2e série, 1867, t. II, p. 511.)

(3) Rambaud et Ch. Renault, *Origine et développement des os*. Paris, 1864, in-8°, p. 104 et pl. VII, fig. 2 à 7.

(4) Albinus, *Icones ossium fœtus humani*. Leidæ, 1737, in-4°.

mitifs d'ossification du crâne sont diversement pressés les uns contre les autres, et qu'en certains points du contour de l'os en voie de formation il existe des fentes de dimensions variées. L'un de ces *hiatus* (l'expression est d'Albinus) correspond dans les frontaux à la partie du bord interne de ces os située à un centimètre environ au-dessus de leur articulation avec les os du nez, vers ce point anatomique assez important auquel les anthropologistes ont imposé le nom de *glabelle* (1).

Nous n'avons personnellement observé qu'un seul cas de fontanelle médio-frontale, sur un crâne d'enfant dont l'âge exact nous était inconnu, mais qui ne devait pas dépasser deux mois : elle avait à peu près la glabelle pour siége ; elle était assez régulièrement losangique, et mesurait 6 à 7 millimètres de hauteur, sur 5 à 6 de largeur. Dans l'exemple rapporté par Velpeau (3), les dimensions de l'*espace accidentel* (c'est sous ce nom qu'il désigne cette anomalie) étaient bien plus considérables : dix lignes de long (23 millimètres), huit lignes de large (18 millimètres). Entre ces deux extrêmes se placent le plupart des cas qui sont venus à notre connaissance, ceux notamment dont M. Le Courtois a entretenu, il y a plusieurs mois, la Société anatomique, et dont la description est demeurée inédite (4).

M. J. V. Gerdy estime que l'anomalie frontale dont il vient d'être parlé se présente trois ou quatre fois sur cent crânes d'enfants que l'on examine. Nos observations nous la montrent beaucoup plus rare ; elle resterait pour nous sensiblement au-dessous de 1 pour 100. Il faut toujours se garder d'attribuer une trop grande valeur à des chiffres proportionnels basés sur des recherches qui ont encore besoin d'être étendues. En combinant cepen-

(1) La glabelle est le point d'intersection de la ligne horizontale qui joint les arcades sourcilières avec la ligne verticale qui partage l'écaille frontale en deux moitiés symétriques.

(2) Velpeau, *Traité complet de l'art des accouchements*. Paris, 1835, 2e édition, in-8°, t. I, p. 326.

(3) M. Le Courtois a consacré quelques lignes de sa thèse, imprimée depuis la rédaction de ce travail, à la fontanelle *médio-frontale* ou *glabellaire*, comme il la nomme. Les dimensions maxima qu'il lui assigne sont pour la longueur 20 millimètres, pour la largeur 7 millimètres (*Essai sur l'anatomie de la voûte du crâne*. Th. de Paris, 1870, 19 août, p. 120).

dant les deux rapports donnés plus haut, il nous paraît qu'on ne doit pas s'éloigner beaucoup de la vérité. Nous nous arrêterons donc au chiffre $\frac{2}{100}$ qui représente la moyenne des deux seules séries d'observations publiées jusqu'ici sur ce sujet (1).

III

Albinus, dans le livre que nous citions plus haut, avait surtout étudié les phénomènes ostéogéniques spéciaux au crâne sur les pariétaux. Il avait remarqué que dans toute la partie de ces os qui forme le tiers postérieur de leur bord supérieur, le tissu est bien moins serré, que les rayons osseux y sont étroits et presque filiformes, et laissent entre eux un grand nombre d'hiatus très-apparents (2). De tous ces interstices, les plus larges sont groupés à 2 centimètres environ au-dessus du lambda. Si les rayons osseux, entre lesquels ils sont ouverts, s'écartent un peu plus les uns des autres que les rayons voisins , les étroites lignes que l'on apercevait entre eux deviennent , vers le bord supérieur, de véritables fentes. Que quelques-uns des trabécules fassent défaut chez un jeune sujet, ou qu'ils n'atteignent qu'un développement imparfait, nous trouverons donc dans le bord de l'os une solution de continuité plus ou moins étendue. C'est la *fontanelle sagittale*, dont M. J. V. Gerdy a, le premier, donné une description assez complète (3) et à laquelle, s'il fallait adopter l'usage si fréquemment suivi par nos devanciers, on devrait imposer le nom de cet anatomiste (4).

M. J. V. Gerdy a fait connaître assez bien le siége et les di-

(1) La proportion indiquée par M. Le Courtois dans sa thèse s'éloigne peu de cette moyenne ; elle est de 3 pour 100 environ.

(2) Albinus, *op. cit.*, p 6.

(3) J. V. Gerdy, *Recherches et propositions d'anatomie, de pathologie et de tocologie*. Thèse de Paris, 1837, n° 128, p. 6 et 7.

(4) On dirait donc *fontanelle de Gerdy* et non pas *fontanelle de Barkow*, comme nous l'avons bien à tort imprimé (*Bull. soc. anthrop. de Paris*, 2e série, t. II, p. 511). Cet auteur allemand a seulement publié à grands frais, en d'assez mauvaises planches, les richesses confiées à ses soins dans le musée anatomique de Breslau. Les explications de ses planches sont tout à fait insuffisantes, et son érudition lui a laissé ignorer tous les travaux cités plus haut.

verses formes de la fontanelle sagittale : « Vers le milieu de la su-
» ture de ce nom, dit-il, ou à peu de distance de la fontanelle
» occipitale », on trouve « une solution de continuité dans le
» bord de l'un des pariétaux ou de tous les deux, et tantôt cette
» solution de continuité est une simple fissure, prolongée en de-
» hors jusqu'à un demi-pouce, un pouce ou un peu plus, entre
» les fibres du pariétal, tantôt c'est une fente avec écartement à
» son origine, de sorte qu'il en résulte un petit triangle dont l'an-
» gle externe est continué plus ou moins loin par une fente. Et si
» l'os opposé présente une disposition semblable, un petit espace
» triangulaire qui se réunisse au premier, base à base, les deux
» ensemble produisent sur le trajet de la suture un élargisse-
» ment membraneux qui peut être pris pour une des fonta-
» nelles (1). »

Nous avons recueilli sept observations de fontanelle sagittale. Le siége en était toujours le même ; il peut être fixé, comme nous l'avons déjà dit, à 2 centimètres en moyenne au-dessus du lambda, sur la suture sagittale.

Une fois seulement, l'anomalie unilatérale décrite par M. J. V. Gerdy a été soumise à notre étude. La fontanelle exclusivement ouverte aux dépens du pariétal gauche avait presque exactement la forme d'un petit triangle rectangle d'un centimètre de côté. Dans nos six autres observations, l'anomalie avait symétriquement frappé les deux côtés. Il en était résulté une fontanelle transversalement losangique aux bords découpés en petites écailles, comme ceux des fontanelles normales, et dont les angles latéraux s'enfonçaient plus ou moins profondément à droite et à gauche dans les pariétaux, et s'y continuaient sous forme de fissures transversales ou un peu obliques d'arrière en avant.

Cette fontanelle sagittale mesure en moyenne 1 centimètre de long et 12 à 13 millimètres de large. Nous avons vu ses dimensions réduites à 1 ou à 2 millimètres ; parfois aussi elle a dépassé 2 centimètres dans sa plus grande largeur.

Nos observations sont tout à fait en harmonie avec celles de

(1) J. V. Gerdy, *op. cit.*, p. 6.

MM. J. V. Gerdy et Barkow (1) et avec celles que M. Le Courtois a récemment recueillies à l'hôpital des Enfants assistés (2). Nous ferons seulement remarquer que si, pour M. Gerdy, la fontanelle sagittale est plus rare que la médio-frontale, il paraît en être différemment pour les autres observateurs, et que dans nos tableaux la proportion des crânes anormaux aux crânes normaux atteint le chiffre relativement élevé de 5 pour 100.

IV

Les fontanelles normales se ferment suivant deux modes maintes fois décrits avec exactitude. Tantôt les os qui circonscrivent l'espace membraneux rapprochent insensiblement leurs bords du centre de la lacune et finissent par la combler sans laisser de trace de ce travail d'envahissement lent et graduel. Tantôt, sous une influence à peu près inconnue et à une époque qui n'a pas encore été déterminée avec précision pour chaque fontanelle, il apparaît vers le centre de la membrane un nouveau point d'ossification (os wormien) qui, gagnant peu à peu d'étendue, vient s'articuler à la façon des os normaux avec les portions d'os qui limitent la fontanelle.

Aucun des auteurs cités plus haut n'a donné l'attention qu'ils méritent aux phénomènes d'ossification consécutive des fontanelles anomales qu'il décrivait. Nous ne savons rien de l'occlusion des trois premières lacunes crâniennes dont nous avons sommairement tracé l'histoire dans les pages qui précèdent. Il n'en est pas de même de la fontanelle sagittale, à la fermeture de laquelle s'appliquent, aussi exactement qu'à l'oblitération d'une fontanelle normale, les deux procédés d'ossification que nous venons de rappeler.

M. Barkow, en 1862, avait publié, sans commentaire explicatif, divers dessins montrant, au lieu d'élection de la fontanelle sagit-

(1) Barkow, *Comparative Morphologie der Menschen und der menschänlichen Thiere*. Breslau, 1862. 2e Th., in-f°, p. 11 et suiv., 134 et suiv., pl. VI, VIII, LXVII et suivantes.

(2) *Communication orale. — Th. cit.*, p. 120.

tale, deux petites fissures divergentes, simples et quelquefois doubles, situées sur un même plan transversal, ou placées en avant l'une de l'autre. Ces fissures, de 4 à 8 millimètres de longueur, pouvaient être le dernier vestige de la petite lacune membraneuse dont nous nous efforçons de suivre pas à pas l'évolution. Pourtant nos recherches nous avaient d'abord porté à considérer ces fissures comme analogues à celles que l'on observe sans lacunes membraneuses, en d'autres points de la voûte crânienne, dans les bords postérieurs des pariétaux, par exemple, à quelque distance au-dessous de leur angle lambdatique. Cependant, sur les diverses pièces que nous avions étudiées et dessinées, nous voyions se restreindre peu à peu avec l'âge l'espace lacunaire sagittal, et les fissures latérales persister, alors que la fontanelle était presque entièrement fermée. Notre conviction fut faite, et le mode d'oblitération nous fut absolument démontré, quand, à la suite de longues recherches, les divers termes d'une série graduellement décroissante eurent passé sous nos yeux. Le premier terme de cette série était le crâne d'un fœtus mort-né, dont la fontanelle sagittale atteignait 12 à 13 millimètres de long et de large ; le dernier fut un crâne d'enfant mort dans le milieu de son vingt-neuvième mois. Il présentait dans sa suture pariétale, à 32 millimètres au-dessus de l'angle lambdatique, et à 3 millimètres d'un trou pariétal unique ouvert à droite, deux lignes légèrement sinueuses, mesurant, celle de gauche 9 millimètres, celle de droite 1 centimètre environ.

Le travail d'ossification tendant à combler peu à peu la lacune par ses bords, et la fontanelle sagittale étant toujours, ainsi que nous l'avons dit, plus considérable en largeur qu'en longueur, on voit qu'il ne doit plus rester, à la fin du travail d'ossification, d'autre trace de l'anomalie que ces deux petites fissures perpendiculaires à la suture.

Sur une autre voûte provenant d'un enfant à peu près du même âge, la fontanelle sagittale était complétement fermée par un os wormien d'un peu plus de 1 centimètre de long sur 15 à 16 millimètres de large.

Cet os, que nous nommerons *os sagittal*, est soumis aux mêmes

lois qui régissent les autres os wormiens (1). Quelquefois la suture légèrement denticulée qui l'unit aux pariétaux s'efface de bonne heure; nous avons constaté ce fait sur un crâne d'enfant de deux à trois ans. Le plus souvent elle reste visible jusqu'à l'âge plus ou moins avancé où commence, au voisinage des trous pariétaux, la synostose de ces os.

V

Les crânes adultes (ils sont d'ailleurs très-rares) sur lesquels nous avons rencontré l'*os sagittal* appartenaient presque toujours à des races humaines inférieures. Nous expliquons cette apparente singularité à l'aide d'un corollaire à la loi de Gratiolet sur la synostose, dont nous avons, il y a plus de deux ans, fourni la démonstration.

Gratiolet avait remarqué que, tandis que les crânes des races humaines les plus élevées ont leurs sutures plus longtemps et plus largement ouvertes en avant qu'en arrière, dans les groupes qui occupent les derniers degrés de l'échelle humaine ces phénomènes synostiques se produisent en sens inverse. Si, par exemple, les articulations fronto-pariétales, etc., sont plus longtemps libres et moins étroitement serrées chez le blanc, le nègre présentera, au contraire, une laxité plus grande et plus longtemps marquée dans ses sutures lambdoïdes. Cette remarquable inversion, constatée sur des pièces nombreuses, paraît être en rapport avec des différences dans l'évolution des hémisphères cérébraux, favorisée ici par un développement plus aisé et plus longtemps suivi des lobes occipitaux, là par l'accroissement de volume plus facile et plus prolongé des lobes frontaux.

La multiplication des points osseux, ou la persistance à l'état séparé des pièces qui contribuent à former les os pendant la vie

(1) L'*os sagittal* se rencontre quelquefois chez les hydrocéphales dont les voûtes crâniennes montrent généralement un si grand nombre d'os wormiens. On peut voir au musée Dupuytren, à côté de deux crânes d'hydrocéphales, présentant de longues fissures sagittales, un autre crâne atteint de la même maladie, et sur lequel notre espace fontanellaire est clos par un os wormien, d'un pouce de large.

intra-utérine, semblent également mettre dans des conditions favorables d'évolution les régions correspondantes du cerveau. Or, nous avons vu les anomalies par permanence d'état osseux fœtal ou par multiplication des points d'ossification, coïncider dans leur siége et suivant les races avec les laxités de sutures indiquées par Gratiolet comme spéciales à ces mêmes groupes ethniques. Ainsi nous avons constaté que chez les nègres, par exemple, dont Gratiolet trouvait les sutures occipitales plus souvent et plus longtemps libres que chez les blancs, la persistance de la moitié supérieure de l'écaille occipitale à l'état d'os séparé sous le nom d'*épactal*, comme aussi la présence d'os wormiens grands et nombreux dans le lambda, sont plus fréquentes que dans nos races. Et inversement chez les blancs, nous avons beaucoup plus souvent rencontré le frontal double et l'os wormien fontanellaire antérieur. Notre *os sagittal* se rattache par son siége au groupe des wormiens postérieurs ou occipitaux. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner de sa présence presque exclusive dans les races sauvages.

Citons un exemple. Parmi les crânes recueillis dans ces dernières années, il n'en est pas de plus complétement décrits que ceux des troglodytes contemporains des derniers éléphants fossiles (1). Les débris que l'on a exhumés de ces hommes des anciens âges ont fait connaître diverses races qui occupent des degrés assez peu élevés dans l'échelle sociale. Sur huit crânes appartenant à coup sûr à celle de ces races qu'on désigne communément sous le nom de *race de Cro-Magnon*, du nom de la principale station qu'elle ait occupée, sur huit crânes, disons-nous, six offrent des anomalies plus ou moins importantes à la région occipitale. L'un des deux crânes qui viennent de Bruniquel montre une sorte d'épactal en trois pièces. L'homme fossile de Grenelle porte un épactal très-complet, les deux femmes qui l'accompagnaient ont des os wormiens au lambda. Enfin de trois têtes

(1) *Reliquiæ Aquitaniæ* de Christy et Lartet. — Broca, Pruner, etc., *Bull. Soc. d'anthrop. de Paris*, 2e série, t. III. — Dupont, *Acad. roy. de Belgique, passim.* — E. T. Hamy, *Paléontologie humaine*. 1870, in-8, *passim.* — Etc.

trouvées au Cro-Magnon, vallée de la Vézère, deux encore sont anomales dans leur ossification postérieure, l'une (n° 3) présente cinq ou six os wormiens qui forment dans la suture lambdoïde et sur ses deux branches une rangée presque continue, l'autre (n° 1) montre un os wormien, notre *os sagittal* dans le point qui correspond à la fontanelle du même nom.

L'étude des fontanelles anomales du crâne humain, et de la fontanelle sagittale en particulier, serait incomplète, si nous négligions d'en tirer une application, si minime qu'elle fût. Nous rappellerons donc, en terminant ce mémoire, que deux de ces espaces fontanellaires, et celui, en particulier, que nous appelons *sagittal*, ont donné lieu au moment de l'accouchement à des confusions que ne commettront pas des praticiens prévenus de la possibilité de semblables dispositions anatomiques (1). Cette considération nous fera pardonner l'aridité des détails dans lesquels nous avons cru devoir entrer pour faire, aussi complète que possible, l'histoire d'anomalies encore peu connues du crâne humain.

(1) Velpeau, *op. cit.* — J. V. Gerdy, *th. cit.*, p. 7. — Cazeaux, *Art des Accouchements*, 6e éd. Paris, 1862, p. 213.

NOUVELLES RECHERCHES

SUR LE FILET DENTO-LINGUAL

DU PROFESSEUR SAPPEY

Par M. Thadée ZLOBIKOWSKI

Ci-devant aide-prosecteur, actuellement chef de clinique psychiatrique à la Faculté de médecine de l'Université de Varsovie,
Médecin de l'hôpital de l'Enfant-Jésus de cette ville.

(Traduit par l'auteur de la *Gazette médicale* (polonaise) *de Varsovie*. 1870, n° 38.)

Le filet nerveux dont je désire entretenir le lecteur a été déjà décrit par M. Sappey, professeur de la faculté de Paris, quoique d'une manière tant soit peu différente (1).

Cependant plusieurs anatomistes très-distingués, parmi lesquels je dois compter mon maître, M. Ludovic Hirschfeld, professeur d'anatomie à la faculté de Varsovie, paraissant nier (2) son existence, ou du moins la mettant fortement en doute, j'ai désiré approfondir moi-même les détails litigieux de cette question. A cet effet, j'ai d'abord recherché le rameau d'où le filet nerveux décrit par M. Sappey prend naissance, et ensuite j'ai suivi ce dernier filet dans tout son trajet.

Mes recherches ayant confirmé l'existence du nerf qui fait l'objet de cette communication, M. Ludovic Hirschfeld s'en assura également, et voulut bien montrer ce rameau aux étudiants qui suivent ses cours d'anatomie.

Depuis ce temps, j'ai eu maintes fois occasion de montrer ce nerf à des confrères qui venaient me voir, et je l'ai mis sous les yeux des membres de la section de psychiatrie de la société médicale de Varsovie.

En outre, et avant de livrer cette communication à la publicité de la presse scientifique, j'ai recherché et trouvé ce filet sur d'autres préparations anatomiques, et le résultat de mes recherches

(1) Sappey, *Névrologie*, 1852, p. 238.

(2) *Nevrologia*, en polonais. Varsovie, 1861, p. 220.

m'autorise à m'associer à la conviction de M. Sappey, et je considère ce nerf comme normal et constant.

Il est vrai cependant que M. Sappey décrit la terminaison de ce nerf d'une autre manière, et, par cela même, lui donne une autre signification physiologique.

D'après son avis, ce rameau doit exercer une influence indirecte sur le sens du goût, tandis que, de mon côté et sans infirmer l'opinion du savant professeur de Paris, je dois ajouter que ce filet, que j'appelle *nerf dento-lingual de M. Sappey*, s'unit au nerf lingual, mais, ne se ramifiant point avec ce dernier, ainsi que le prétend M. Sappey, se bifurque en deux filets très-distincts et d'une blancheur très-prononcée. De ces deux filets, le premier longe le nerf lingual en contribuant aux fonctions physiologiques décrites par M. Sappey, tandis que l'autre se recourbe en bas et descend jusqu'au ganglion sous-maxillaire, dont elle forme la racine motrice.

Autant que je le sache, pas un seul anatomiste n'a encore mentionné la bifurcation dont je viens de parler, et il m'est d'autant plus agréable de la faire connaître à mes lecteurs, que la présence constante et confirmée du nerf de M. Sappey, ou plutôt de ses ramifications, nous expliquera l'origine, jusqu'ici douteuse, de la racine motrice du ganglion sous-maxillaire. En outre, le fait que je présente à mes lecteurs va nous démontrer l'influence de ce ganglion sur la sécrétion de la glande sous-maxillaire, et en dernier lieu contribuera à faire considérer à l'avenir la corde du tympan comme branche sensitive de la cinquième paire, et non comme nerf moteur de la septième, ainsi qu'on l'a cru jusqu'à ce jour.

Afin de faciliter au lecteur la connaissance du nerf dento-lingual et sa signification physiologique, je vais indiquer son origine, son parcours, ses divisions et ses dernières limites. A cet effet, je crois utile de rappeler certaines données élémentaires de la névrologie descriptive.

Le nerf dento-lingual appartient aux nerfs émergeant de la cinquième paire, c'est-à-dire du nerf trijumeau et spécialement de la troisième branche de ce dernier.

Le nerf trijumeau naît par deux racines, dont la plus grosse, de couleur grise, s'appelle racine ganglionnaire ou sensitive, commence à la limite du pédoncule cérébelleux moyen et du pont de Varole, mais un peu au-dessus, et l'autre, plus mince, blanchâtre, dépourvue de ganglions ou racine motrice, émerge également du pont de Varole, mais un peu au-dessus et derrière la précédente.

Selon M. Ludovic Hirschfeld, on peut poursuivre la grosse racine jusqu'au bec du calamus scriptorius ; en outre, cet anatomiste prétend que cette racine communique plus tard avec le nerf acoustique ; quant à la petite racine, M. Longet indique son trajet jusqu'au faisceau intermédiaire de la moelle allongée, faisceau qui traverse le pont de Varole.

A partir de la protubérance annulaire, les deux racines, entourées chacune d'un feuillet séparé de l'arachnoïde, se dirigent de haut en bas, en dehors et en avant, vers le sommet du rocher. La grosse racine sensitive donne quelques filets à la dure-mère qui tapisse cette partie du rocher, pénètre dans le bord supérieur et concave du ganglion semi-lunaire de Gasser, situé obliquement dans une fossette creusée à la surface supérieure du rocher. La petite racine, la motrice, passe derrière le ganglion et se dirige vers le trou ovale. Du bord inférieur ou convexe du ganglion de Gasser partent trois branches, lesquelles, considérées de haut en bas et de dedans en dehors, sont :

1° La branche ophthalmique de Willis;

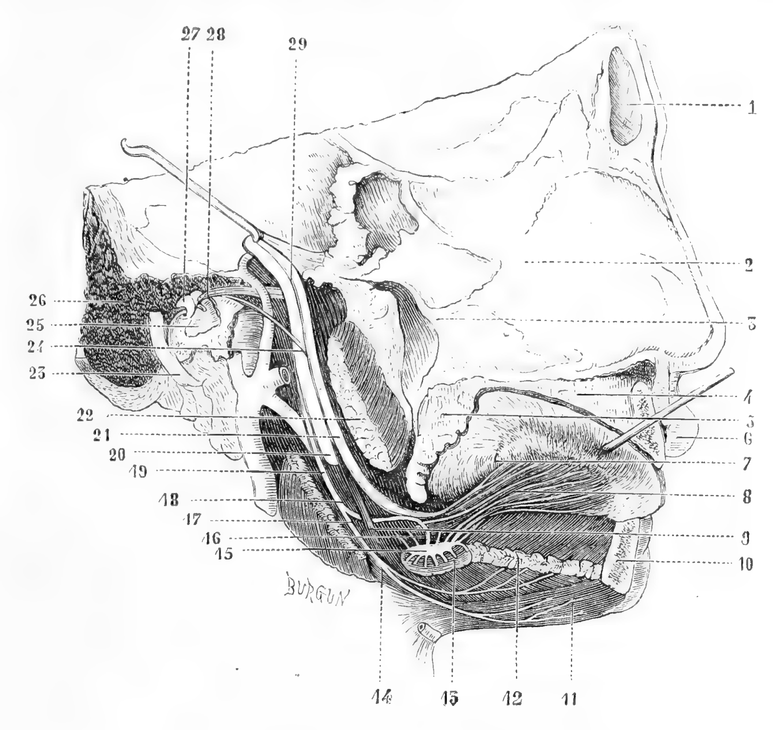
2° Le nerf maxillaire supérieur ;

3° Le nerf maxillaire inférieur.

C'est avec cette dernière branche que la petite racine entre en communication, juste à l'endroit de son passage par le trou ovale (29), ce qui fait de cette branche un nerf mixte, sensitif et moteur à la fois.

Nous ne nous occuperons pas des deux branches supérieures comme n'ayant aucune corrélation directe avec le nerf dento-lingual qui fait l'objet de ce travail, et nous allons résumer le parcours de la troisième branche, c'est-à-dire du nerf maxillaire inférieur, qui nous intéresse plus spécialement ici.

Ce nerf constitue la plus grosse branche du ganglion de Gasser, et celle qui en même temps se trouve le plus en arrière ; ayant passé par le trou ovale, ce nerf reçoit toute la racine motrice de la cinquième paire ; immédiatement après, le nerf maxillaire inférieur se divise en cinq rameaux latéraux ou filets musculaires



(Voyez l'explication de la figure à la fin de l'article.)

destinés aux muscles : masséter temporal, ptérygoïdien interne, buccinateur, ainsi que le nerf auriculo-temporal, ou, en un mot, aux muscles voisins de l'articulation maxillo-temporale, et enfin en deux rameaux terminaux, c'est-à-dire le nerf lingual (21) et le nerf dentaire inférieur (20).

Le nerf lingual plus volumineux que le nerf dentaire inférieur, et situé plus en avant et en dehors, parcourt une courbe à convexité supérieure, placé d'abord entre le pharynx et le muscle ptérygoïdien externe et plus tard entre les deux ptérygoïdiens.

Arrivé au bord antérieur du muscle ptérygoïdien interne, ce nerf change de direction, de vertical devient horizontal. Dans la suite de son trajet, il passe sous la muqueuse et se dirige vers le bord inférieur de la langue, croise le canal de Wharton à angle aigu (en x), et, en dernier lieu, se divise en un grand nombre de ramuscules qui pénètrent dans l'épaisseur de la langue. Son premier ramuscule est formé par son anastomose avec le nerf dentaire inférieur situé immédiatement au-dessus de l'endroit où se détachent les filets terminaux du nerf maxillaire inférieur.

Au-dessous de cette anastomose, le nerf lingual reçoit à angle aigu la *corde du tympan* (24). On croit que cette dernière émerge du nerf facial avant l'entrée de ce dernier, dans le trou stylo-mastoïdien ; ensuite elle remonte en arrière vers la cavité du tympan, longe la surface interne de la membrane du tympan, entre le manche du marteau (28) et la grande branche de l'enclume (27), traverse, d'après MM. Huguier et Sappey, un conduit supérieur à la scissure de Glasser et se réunit à angle aigu au nerf lingual (21).

Plus loin, le nerf lingual fournit quelques filets à la muqueuse buccale, aux gencives et aux amygdales.

La courbure précédemment décrite sert de départ à trois ou quatre filets, qui se dirigent vers les ganglions sous-maxillaire (15) et sublingual.

En dernier lieu, le nerf lingual se divise en filets nombreux (8) qui traversent les muscles de la langue de bas en haut, se perdent dans la muqueuse et les papilles linguales, et, vers le bout de cette dernière s'anastomosent avec une anse du nerf hypoglosse, dont le trajet se trouve assez superficiel en cet endroit. Quelques filets se dirigent vers la glande de Nühn, d'autres communiquent avec les filets correspondants de l'autre côté.

Le nerf dentaire inférieur, plus gros que le précédent, suit d'abord le même trajet, s'en sépare ensuite pour se diriger obliquement en bas, en avant et en dehors entre le muscle ptérygoïdien interne et la branche ascendante de la mâchoire inférieure, se place ensuite à l'intérieur du ligament spléno-maxillaire, pénètre dans le canal dentaire de la mâchoire et parcourt ce dernier dans

toute sa longueur en donnant des filets aux racines des dents molaires. Arrivé au trou mentonnier, il se divise en deux branches. La plus volumineuse, rameau ou nerf mentonnier, sort du canal osseux par le trou du même nom, entre l'os de la mâchoire et le muscle carré du menton, et se disperse en forme d'éventail pour former le plexus mentonnier, lequel se distribue à la muqueuse, aux glandes et à la peau de la lèvre inférieure, et en dernier lieu s'anastomose à angle droit avec le facial. L'autre branche, plus mince, prend le nom de nerf incisif, reste dans le canal dentaire de la mâchoire inférieure et distribue des filets nerveux aux dents molaires et aux incisives correspondantes.

C'est de ce nerf que, avant son entrée dans le canal osseux déjà mentionné, émerge une branche assez volumineuse appelée nerf *mylo-hyoïdien* (18). Ce nerf parcourt la fosse du même nom, changée en canal, fermé par le prolongement tendineux du ligament sphéno-maxillaire, et, selon M. Ludovic Hirschfeld, se ramifie en dernier lieu dans le muscle mylo-hyoïdien et dans le ventre antérieur du muscle digastrique.

D'après M. Sappey, le nerf mylo-hyoïdien, avant de se diviser dans les muscles que nous venons de nommer, ce nerf, dis-je, donne un filet (18) assez volumineux, qui traverse le muscle mylo-hyoïdien (12), passe entre les faisceaux de ce dernier et pénètre dans le nerf lingual, avec lequel il se ramifie dans les muscles de la langue, à savoir : le muscle lingual supérieur, qui influe sur l'érection des papilles de la langue, c'est-à-dire qu'il agit indirectement sur le sens du goût (1). *C'est ce filet que je propose d'appeler nerf dento-lingual de M. Sappey.*

Quant à moi, j'ai eu deux fois l'occasion de constater la présence du filet nerveux décrit par M. Sappey, c'est-à-dire, j'ai trouvé que le plus volumineux des filets qui émergent du nerf mylo-hyoïdien (17) s'accole d'abord à ce dernier, mais ensuite, au lieu de se perdre finalement dans le muscle de ce nom (comme le pré-

(1) M. Ludovic Hirschfeld attribue cette fonction à un filet du facial, filet dont, le premier, il a prouvé l'existence.

tend M. Ludovic Hirschfeld), le traverse de part en part, passe entre les faisceaux musculaires (9), de bas en haut, de dehors en dedans et en avant, et, après un parcours de très-peu d'étendue et en courbe, s'unit ou plutôt s'accole très-étroitement à la surface inférieure du nerf lingual et se divise immédiatement en deux branches très-distinctes plus blanches que le nerf lingual, dont l'une passe le long de la surface intérieure du nerf lingual jusqu'au fond de la langue, tandis que l'autre se recourbe en bas (16) et pénètre isolément dans le ganglion sous-maxillaire (15) situé sur la glande du même nom (13).

M. Sappey a, ainsi que je l'ai dit, décrit le commencement du nerf dento-lingual ; mais la bifurcation terminale de ce dernier, quoique fort visible à mon avis, n'a encore été l'objet d'aucune étude plus approfondie, peut-être même qu'aucun anatomiste ne l'avait aperçue jusqu'à présent. Et pourtant, je crois que ce nouveau filet (16) a une grande importance physiologique, car émanant d'un nerf moteur, du nerf mylo-hyoïde, *destiné au muscle du même nom, il constituera la racine motrice du ganglion sous-maxillaire*.

Voyons maintenant de quelle manière on expliquait jusqu'à présent l'origine de la racine motrice, et, cette fois-ci encore, le lecteur me pardonnera de lui rappeler des détails connus.

Le ganglion sous-maxillaire (15) reçoit sa racine végétative du plexus sympathique de l'artère sublinguale, sa racine sensitive est formée par plusieurs filets gris provenant du nerf lingual. Quant à sa racine motrice, on considérait jusqu'à présent la corde du tympan comme telle, car elle émane du nerf facial (nerf moteur), et, tout en restant seulement accolée au nerf lingual, devait toucher non-seulement au ganglion sous-maxillaire situé derrière ce dernier.

M. Ludovic Hirschfeld considère comme racine motrice du ganglion sous-maxillaire une branche récurrente qui émane du nerf hypoglosse et qui, ainsi que nous l'avons mentionné à propos du nerf lingual, sert de branche de communication entre les nerfs hypoglosse et lingual, et cela vers le bout de la langue. Cette branche s'accole ensuite au nerf lingual, et, dans son trajet inverse,

arrive au ganglion sous-maxillaire, après avoir fourni la racine motrice au ganglion sublingual.

Selon moi, on doit considérer comme racine motrice du ganglion sous-maxillaire le nouveau filet (16) émanant de la bifurcation du nerf de Sappey (17). En tout cas, l'existence de ce filet ne saurait être sans utilité pour l'organisme, il faut donc lui attribuer une certaine influence sur l'action de la glande sous-maxillaire.

Les expériences physiologiques venant confirmer ce que j'avance, la question de l'origine de la racine motrice du ganglion sous-maxillaire sera complétement élucidée. En même temps la corde du tympan, considérée jusqu'à ce jour comme nerf moteur (et cela uniquement pour expliquer l'origine de la racine motrice du ganglion sous-maxillaire), et par conséquent décrite avec le nerf facial (VII[e] paire), change de rôle pour devenir nerf sensitif émanant de la V[e] paire, c'est-à-dire du trijumeau.

Ceci nous explique les phénomènes décrits par Claude Bernard, à savoir que le nerf facial est purement nerf moteur sans qu'il se trouve dans le canal osseux de l'os temporal, mais qu'après avoir reçu la corde du tympan il devient nerf mixte.

EXPLICATION DE LA FIGURE.

(Préparée par l'auteur, dessinée, d'après la préparation (conservée dans l'esprit-de-vin), par M. Swigskowski, étudiant à l'Université impériale de Varsovie.

La gravure représente les divisions du nerf maxillaire inférieur, de la cinquième paire (vu de l'intérieur).

1. Section du sinus frontal.
2. Le septum nasal vu du côté gauche.
3. Ouverture postérieure de la narine droite.
4. Section de la voûte palatine.
5. Section du voile du palais.
6. Dent incisive.
7. Section de la langue.
8. Division du nerf lingual.

9. Faisceau du muscle mylo-hyoïdien.
10. Section de la mâchoire inférieure.
11. Ventre antérieur du muscle digastrique.
12. Une partie du muscle mylo-hyoïdien.
13. Glande sous-maxillaire.
14. Branches terminales du nerf mylo-hyoïdien se rendant au muscle du même nom et au ventre antérieur du muscle digastrique.
15. Ganglion sous-maxillaire.
16. Racine motrice du ganglion sous-maxillaire, provenant du nerf de M. Sappey.
17. Origine du nerf de M. Sappey.
18. Nerf du muscle mylo-hyoïdien et du ventre antérieur du muscle digastrique de la mâchoire.
19. Partie inférieure du muscle ptérygoïdien interne.
20. Nerf dentaire inférieur.
21. Nerf lingual.
22. Partie supérieure du muscle ptérygoïdien interne.
23. Nerf facial, à sa sortie du trou stylo-mastoïdien.
24. Corde du tympan.
25. Section (coupe) de l'apophyse maxillaire de l'os temporal.
26. Enclume.
27. Le marteau.
28. Surface interne du ganglion de Gasser, avec la racine motrice de la cinquième paire, et l'anastomose de cette racine avec le nerf maxillaire inférieur.

CONTRIBUTION
A L'ÉTUDE DU SYSTÈME NERVEUX SENSITIF

Par M. le docteur JOBERT,
Licencié ès sciences naturelles.

(PLANCHES XVIII ET XIX.)

I

RECHERCHES SUR L'APPAREIL TACTILE DES EXTRÉMITÉS DU MEMBRE SUPÉRIEUR CHEZ LE RATON (*Procyon lotor*).

Le Raton (*Procyon lotor*), mammifère carnassier de la tribu des plantigrades, possède comme les autres ours la faculté de transformer l'extrémité de ses membres supérieurs principalement en organes de préhension et de tact ; c'est donc l'usage presque constant que l'animal fait de ces pseudo-mains qui nous a porté à conserver le nom d'organes tactiles aux divers corpuscules terminaux nerveux que nous y avons observés.

Dans notre travail, nous étudierons ces organes, non-seulement au point de vue de leur structure intime, mais encore dans leurs connexions, soit entre eux, soit avec les organes voisins, suivant ainsi la méthode adoptée par Leydig, laquelle est destinée, selon nous, à apporter de nouvelles contributions à l'histoire zoologique des animaux observés. Pour la question bibliographique, nous renverrons le lecteur au travail de M. Rouget (1). Signalons seulement deux publications qui lui sont postérieures, les mémoires de MM. Goujon (2) et Grandry (3), le premier sur l'appareil tactile du bec du perroquet, le second sur la structure des corpuscules de Pacini, observés dans les becs du canard, de l'oie et le péritoine du chat; la deuxième partie de ce mémoire est consacrée au mode de terminaison réelle du nerf, dans les corpuscules de Meissner.

(1) *Archives de physiologie, etc.*, de Brown-Séquard, 1868, n° 5.
(2) *Journal de l'anat. et de la physiol.*, septembre et octobre 1869.
(3) *Idem.*

Anatomie.

Nous commencerons par étudier la disposition des nerfs et leurs terminaisons dans les doigts.

Nous mettons sous les yeux du lecteur (fig. 1 et 2) deux coupes : l'une (fig. 1) montre l'ensemble de la partie interne du doigt indicateur; après macération dans l'acide hyperosmique, la pulpe a été enlevée en rasant l'os après transfixion.

La figure 2 représente une portion de cette partie du doigt dépouillée de l'épiderme pour montrer les papilles et quelques dispositions spéciales.

Si nous examinons la coupe n° 1 avec un faible grossissement, nous observons, en allant de la face profonde vers l'extérieur : le tendon du muscle fléchisseur, au-dessus de lui, à droite et à gauche, dans la partie la plus profonde du derme, deux amas de corpuscules offrant le type des corpuscules de Vater ; au milieu d'eux rampent des nerfs coupés en tous sens.

Les faisceaux nerveux qui ont donné naissance à ces corpuscules montent vers l'extérieur, ils serpentent entre les aréoles graisseuses et les glandes sudoripares; dans cette région du derme où les aréoles disparaissent, ils donnent encore naissance à des corpuscules de Vater mais déjà plus petits. A mesure qu'ils s'approchent des papilles, les nerfs entrecroisent leurs faisceaux, et un véritable plexus sous-papillaire apparaît, plexus très-riche d'où l'on voit se détacher : 1° des tubes qui à la base des papilles vont se terminer dans de petits corpuscules ; 2° d'autres tubes qui montent dans des papilles non vasculaires, et vont se mettre en connexion avec des corpuscules ellipsoïdes autour desquels ils s'enroulent ; enfin, 3° des tubes nerveux qui, soit isolés ou soit réunis au nombre de deux ou trois, montent dans des papilles vasculaires, au sommet desquels ils cessent tout à coup d'être visibles, la myéline disparaissant. Vont-ils se terminer dans l'épiderme comme l'a démontré Langerhaus pour l'homme? La chose est probable ; mais la couche muqueuse de Malpighi étant extrêmement pigmentée, toute observation nous a été rendue impossible de prime abord, c'est pourquoi nous signalons sim-

plement la disposition de ces tubes sans insister davantage.

La description rapide que nous venons de donner de la coupe d'ensemble renseigne immédiatement le lecteur sur le siége et le nombre des éléments nerveux terminaux ; il nous reste à les examiner en détail.

NERFS, — *Périnèvre.* — Les faisceaux nerveux sont composés de tubes à moelle, réunis le plus souvent au nombre de sept à huit. A mesure qu'ils montent vers la périphérie, ces tubes se séparent, et il est facile alors d'étudier leur périnèvre, soit sur leurs coupes transversales, soit sur leurs trajets longitudinaux.

Après avoir traité les nerfs par l'acide osmique pour les colorer en noir, si l'on emploie l'acide acétique, le périnèvre nous apparaît finement granuleux et parsemé de noyaux dans toute son étendue. Ces noyaux manquent de nucléole et sont eux-mêmes finement granuleux.

Dans le plexus sous-papillaire, quand les tubes des faisceaux vont s'accoler entre eux, le périnèvre est encore très-facilement observable, il se ramifie comme les nerfs qu'il enveloppe.

Cet élément tubuliforme, qui enveloppe un ou plusieurs tubes nerveux, s'observe aussi dans les nerfs qui se perdent dans les papilles, et que nous avons signalés plus haut. Il présente surtout une disposition remarquable et très-nette autour des tubes nerveux qui se terminent dans les corpuscules de Vater.

Wagner (1) ne signale pas la présence du périnèvre autour des tubes nerveux qui aboutissent aux corpuscules du tact. Cependant il nous est facile, dans l'animal que nous étudions, d'observer ces connexions. Nous avons représenté (fig. 3) un faisceau de tubes nerveux avec ses éléments périnévriques ; de ce faisceau se détache un tube à moelle ; le périnèvre lui fait une gaîne composée de tubes emboîtés, qui en se renflant donnent naissance à un corpuscule de Vater. L'observation devient plus facile encore sur un faisceau nerveux composé de trois tubes montant vers une papille (fig. 5). Ici, de ces trois tubes nerveux à moelle, l'un se dirige vers la base de la papille et se termine dans un petit corpuscule de Vater

(1) R. Wagner, *Ueber die Tactkörperchen* (*Corpuscula tactus*) (*Müller's Archiv*, 852, p. 499).

dont les enveloppes sont visiblement formées par les tubes périnévriques. Quant aux deux autres ils montent vers le corps terminal intra-papillaire et autour d'eux encore il est facile de suivre le trajet des tubes conjonctifs enveloppants. Le périnèvre est donc en connexion complète avec les corpuscules terminaux nerveux, et chez le raton en particulier nous sommes conduit à admettre que ceux-ci ne sont qu'une dépendance de cet élément (1).

Corpuscules nerveux. — Comme nous l'avons dit, c'est dans la couche profonde du derme, entre les aréoles graisseuses, que l'on observe les corpuscules de Vater. Ils sont de grande dimension et diminuent à mesure que l'on monte vers la périphérie. Ils sont formés d'une enveloppe conjonctive qui n'est autre chose que les divers tubes périnévriques qui, en se renflant, viennent constituer les membranes d'enveloppe du corpuscule. Les diverses capsules conjonctives emboîtées ainsi sont au nombre de dix-huit à trente; elles sont appliquées les unes sur les autres au centre des corpuscules, mais, vers la périphérie, il existe entre elles de grands espaces où l'on ne distingue aucun élément ; l'action de l'acide osmique donne à ces intervalles un aspect jaunâtre très-finement granuleux. Sur ces capsules conjonctives concentriques, il est facile d'observer des noyaux en tout semblables à ceux du périnèvre.

Le tube nerveux pénètre dans la partie centrale du corpuscule; cette partie centrale, ou bulbe central, est finement granuleuse; on y voit une apparence de striation rappelant celle qui a été décrite dans les corpuscules du bec des bécasses par Leydig.

Au milieu de ce bulbe central se voit la fibre terminale nerveuse; en pénétrant dans le bulbe, le tube nerveux perd sa myéline et se continue par une fibre pâle qui monte vers le sommet du corpuscule, où elle s'épanouit en petite sphère et paraît se terminer en ce point.

Le diamètre de cette sphérule est égal à trois fois environ celui de la fibre nerveuse centrale.

Cette fibre a une apparence plus foncée, plus finement granuleuse que celle du bulbe central.

L'emploi des réactifs nous donne les résultats suivants :

(1) Voyez Robin, *Du périnèvre* (*Archives de médecine*, septembre 1854).

L'acide osmique colore en noir les noyaux des capsules conjonctives et du périnèvre ; le tube nerveux apparaît coloré en noir foncé, à l'entrée du bulbe cette coloration disparaît. La fibre nerveuse centrale apparaît noircie au milieu du bulbe légèrement coloré lui-même, moins cependant que la fibre ; la sphère terminale se colore et en même temps prend un aspect brillant spécial, la myéline disparaît à l'entrée du bulbe. Cependant quelquefois on peut observer, jusqu'à une certaine hauteur dans le corpuscule, la coloration noire caractéristique de la myéline. Cette réaction, qui peut n'être qu'un accident de préparation, la moelle liquéfiée du nerf ayant pu fuser dans l'espace compris entre le bulbe et la fibre pâle, prouve, il nous semble, qu'il n'existe pas là un canal, comme l'hypothèse en a été faite, mais bien une partie centrale solide et au milieu d'elle une véritable fibre nerveuse qui monte jusqu'au sommet du corpuscule.

Les solutions de chlorure d'or neutre et de chlorure double d'or et de potassium à 1 pour 100 colorent, après macération durant douze heures, d'abord la fibre centrale et la sphère terminale, puis, l'action se continuant en présence de la lumière, le bulbe entier se colore aussi, et bientôt il n'existe plus au centre du corpuscule qu'une masse d'un noir violet. Quant aux capsules, elles ne sont pas colorées. La petite sphère est-elle la véritable terminaison du nerf? nous ne voulons ici ni infirmer ni affirmer ce fait. Dans plusieurs corpuscules la sphère tend à prendre la forme étoilée ; y a-t-il là de simples accidents dus à l'effet du réactif employé ?

Telle est la description de ces corpuscules de la couche profonde du derme.

Plus haut nous retrouvons des organes semblables aussi complets ; le nombre des couches conjonctives a cependant diminué, mais le mode de terminaison est le même encore.

A la base des papilles nous trouvons enfin ce que nous pourrions appeler une troisième variété de corpuscules de Vater.

Ils sont plus simples que ceux de la couche profonde, et sont réduits au bulbe central protégé par une ou deux capsules conjonctives. Ces bulbes sont très-allongés ; la fibre centrale, très-étranglée à l'entrée du bulbe, va en augmentant à mesure qu'elle

monte vers l'extrémité du corpuscule où elle se termine en poire. Quelquefois la fibre s'élargit tellement que la sphère terminale occupe toute la partie supérieure du bulbe central. Les réactions observées sont les mêmes pour ces petits organes que pour ceux de la couche profonde. Isolés, la plupart du temps, à la base des papilles, on les rencontre quelquefois réunis au nombre de quatre et cinq, en véritable bouquet.

Nous avons signalé, en commençant notre travail, un troisième mode de terminaison, nous allons le décrire en détail.

Dans de rares papilles de l'extrémité des doigts, nous avons trouvé de grands corpuscules à noyaux. Ces corpuscules occupent toute la hauteur de la papille, et des tubes nerveux à moelle viennent s'enrouler autour d'eux et disparaissent.

Nous avons représenté (fig. 5) un de ces corpuscules qui reçoit deux tubes nerveux ; ceux-ci, réunis d'abord, se séparent à la base du corpuscule et s'enroulent en sens inverse autour de lui, leur périnèvre se confond avec les parois de l'organe. Ces petits corps sont très-rares, ils n'existent point au membre inférieur, et c'est à la pulpe des doigts que nous les avons rencontrés.

Quelle est la terminaison réelle du nerf dans ce cas, et auparavant quelle est la nature de ces corpuscules? En raisonnant par comparaison, étant donnés la rareté de ces organes, leur volume, leur présence dans des papilles non vasculaires, nous n'hésitons pas à les assimiler complétement à ceux décrits par Meissner et observés seulement jusqu'alors dans la main de l'homme, dans celle des singes, et, suivant Corti, dans la trompe de l'éléphant. De véritables corpuscules du tact analogues à ceux de l'homme existent donc dans la main de ce plantigrade, et probablement dans celle des autres ours.

Nous n'avons pas observé une seule fois les corpuscules de Krause à la base des papilles où on les trouve le plus souvent ; ils sont remplacés chez le raton par les petits corps de Vater.

Après avoir étudié les doigts de la main, nous avons porté nos investigations sur le derme palmaire ; là encore nous avons trouvé au milieu des aréoles les grands corpuscules de Vater, avec tous les caractères de ceux observés dans les doigts ; mais le plexus

nerveux sous-papillaire est loin d'être aussi riche en cette région; c'est en vain qu'on y rechercherait les corps de Meissner.

Aux doigts du pied, à la face plantaire, nous voyons les corps de Vater seulement, mais peu nombreux, profondément situés; là non plus on ne peut retrouver les terminaisons sous-papillaires et intra-papillaires qui existent dans les mains; nous n'avons pas observé, une seule fois, de corpuscules de Meissner.

CONCLUSIONS.

En terminant, nous résumerons en quelques mots les diverses parties de notre travail. Nous rappellerons donc :

1° Que la pulpe des doigts de la main renferme des corpuscules de Meissner, observés seulement jusqu'alors chez l'homme et les singes anthropomorphes.

2° Que dans la couche profonde de cette région on observe des corpuscules de Vater groupés, et que contrairement à l'opinion admise aujourd'hui, ces corps peuvent exister dans la partie la plus superficielle du derme ; qu'à mesure qu'ils approchent de la périphérie leur structure se simplifie, le nerf cessant d'être entouré par de nombreuses capsules, l'organe tend alors à être réduit à sa partie centrale.

3° Que les connexions du périnèvre avec tous les corps terminaux sont évidentes; et que chez ces animaux on peut affirmer sans hésitation que dans leur partie non nerveuse les deux variétés de corpuscules ne sont qu'une dépendance périnévrique.

Les réactifs que nous avons employés sont : l'acide acétique très-affaibli, les solutions aqueuses d'acide osmique et de chlorure d'or, dans les proportions de 1 gramme de réactif pour 100 grammes d'eau distillée.

Le raton qui a servi à nos recherches avait été mis à notre disposition par M. Lennier, directeur du Muséum du Havre. C'est dans le laboratoire de cet établissement que nous avons fait notre travail; nous sommes heureux, en terminant cette publication, de pouvoir offrir à M. Lennier le témoignage de notre gratitude.

II

RECHERCHES POUR SERVIR A L'HISTOIRE ANATOMIQUE DES APPAREILS DU TOUCHER CHEZ LES MOLLUSQUES GASTÉROPODES.

Chez les Gastéropodes de la famille des Hélicines, les organes tactiles que nous allons essayer de décrire consistent principalement en quatre tentacules placés sur la tête. Cependant nous considérons encore comme servant au toucher deux replis cutanés en forme de croissant, situés sous les tentacules inférieurs et sur les parties latérales de la bouche. Les papilles du derme péribuccal qui reçoivent des nerfs de la masse cérébroïde doivent être aussi, à notre avis, étudiées au point de vue de la fonction dont nous nous occupons. Depuis longtemps, la structure des tentacules a été l'objet des investigations des anatomistes; de nombreux travaux ont été publiés sur cette matière, nous renverrons ceux de nos lecteurs qui voudraient être édifiés sur la question bibliographique à l'ouvrage de M. Moquin-Tandon (1), où elle est complétement traitée. Dans ces derniers temps le système nerveux des mollusques a été l'objet de recherches nouvelles dans les laboratoires d'outre-Rhin; MM. Franz Boll (2) et Flemming (3) ont décrit et figuré de nouveaux modes de terminaisons des nerfs dans plusieurs genres de mollusques terrestres et marins.

Nous rappellerons en quelques mots la disposition générale des tentacules chez les hélicines.

Ils ont la forme de cônes mousses très-allongés ; la peau sur les parties latérales est rugueuse et offre à considérer de nombreuses papilles, contenant outre des spicules calcaires de nombreuses glandes monocellulaires qui viennent s'ouvrir au dehors.

La peau du sommet du tentacule n'offre aucune rugosité apparente ; elle est recouverte par un épiderme épais sur la structure duquel nous reviendrons avec détails.

(1) Moquin-Tandon, *Mollusq. terrest. et fluviatiles de France.*

(2) Franz Boll, *Beitrag. zur vergleich. Histol. der Mollusk. Typ.* (*Archiv Anat. und Microscop.*, M. Schultze, 1869).

(3) Flemming, *Die Haaretragenden Sinneszellen in der Oberhaut der Mollusken* (*Arch. microsc. Anat.*, 1869).

A l'extrémité des tentacules supérieurs, on voit un petit point noir qui est l'œil.

Sous la peau se trouve le muscle rétracteur du tentacule, qui a la forme d'un cylindre creux. Ces muscles décrits avec détail par Cuvier s'insèrent à la columelle de la coquille d'une part et d'autre part au sommet du tentacule. En ce point les faisceaux du muscle se dissocient, laissant entre eux des intervalles assez considérables qui donnent passage aux nerfs qui cheminent vers la périphérie.

Dans la cavité de ce cylindre musculaire se rencontrent les organes nerveux.

Dans les tentacules inférieurs on observe un nerf seulement, mais dans les supérieurs, outre le gros tronc nerveux, on rencontre un petit filament entouré d'une gaîne celluleuse analogue à celle qui s'observe autour des vaisseaux sanguins et figurée par Leydig (1). Ce filet se rend à l'organe de la vision ; les nerfs de l'œil, ceux des tentacules supérieurs et inférieurs viennent de la masse cérébroïde.

Après avoir cheminé dans la cavité du muscle rétracteur, le nerf tentaculaire près de sa terminaison se renfle, et se divise ensuite en plusieurs grosses branches au nombre de cinq à sept le plus souvent, qui se ramifient en se dichotomisant et se dirigent vers la périphérie.

On a considéré comme servant au toucher uniquement le bouton terminal du tentacule, mais il est facile de constater que les nerfs se distribuent non-seulement dans cette région, mais encore dans le derme à un demi-millimètre au-dessous d'elle ; de plus, l'œil dans le tentacule supérieur est situé au milieu des faisceaux nerveux tentaculaires, il est complétement enveloppé par eux.

Avant d'aller plus loin, signalons dans toute la portion sous-dermique de l'extrémité de l'organe la présence d'énormes cellules, soit isolées, soit réunies en groupes. Nous trouverons plus loin l'occasion d'en faire une description spéciale.

(1) Leydig, *Hist. comp.*, p. 495.

Nerfs. — Le nerf tentaculaire naît comme nous l'avons dit de la partie antéro-latérale de la masse cérébroïde. Au point d'émergence s'observent de petites cellules nerveuses, le plus souvent unipolaires, à noyaux granuleux dont les prolongements montent dans le nerf périphérique.

Celui-ci est entouré d'une gaîne connective présentant une apparence striée en long. Le carmin y dénote la présence de grands noyaux allongés qu'il colore vivement.

Cette gaîne connective est très-résistante, on peut juger immédiatement de la différence qui existe entre elle et l'enveloppe du nerf de l'œil, qui est formée, comme nous l'avons dit plus haut, exclusivement de grosses cellules réunies entre elles.

Le carmin sur une coupe transversale du nerf tentaculaire dénote également la présence de nombreux noyaux caractéristiques du névrilème.

Débarrassé de cette gaîne, le nerf apparaît comme formé d'une masse pâle, finement granuleuse et présentant des stries longitudinales.

Les éléments nerveux sont très-difficilement isolables, cependant la dilacération nous montre des dispositions très-importantes, sur lesquelles nous devons particulièrement insister.

Après dilacération, le nerf se résout en une quantité considérable de fibrilles extrêmement fines, brillantes, réfractant fortement la lumière.

Suivant les auteurs les plus accrédités, ces fibrilles correspondraient « aux fibres nerveuses, pâles ou sympathiques des vertébrés » (Leydig) ; « du reste, ajoute l'auteur allemand, il est manifeste avant tout que pas un invertébré ne possède des fibres avec une gaîne médullaire ».

Cette opinion, formulée d'une façon si catégorique, doit-elle encore avoir cours? Nous répondrons négativement. Il existe autour des fibrilles du nerf tentaculaire de la myéline, difficile peut-être à observer, mais qu'il est possible cependant de mettre en évidence.

Cette myéline a les mêmes caractères que chez les vertébrés. Des fragments du nerf tentaculaire dilacérés que l'on a fait macérer

dans la solution de bichromate de potasse très-faible, à teinte de baume de Canada, et que l'on colore ensuite par le carmin aussi peu ammoniacal que possible, et placés ensuite dans l'eau, laissent, après un jour, perler à leurs extrémités des gouttelettes de myéline qui se rassemblent, affectant, comme le dit Kölliker « toutes les formes possibles, soit celles de sphères régulières comme des gouttes d'huile, de fuseaux, de cylindres, voire même celles des corps les plus bizarres (1). »

Mais le phénomène observé dans la gaîne médullaire des vertébrés se représente également ici ; la dilacération à ce moment met en évidence des tubes offrant de nombreuses varicosités. Si donc nous cherchions chez les vertébrés un terme de comparaison, ce n'est pas aux fibres du sympathique que nous assimilerions les tubes nerveux des hélicines, mais bien aux tubes minces observés dans les parties les plus superficielles de la substance blanche cérébrale des vertébrés.

L'observation, rendue difficile dans le nerf tentaculaire, devient plus aisée à mesure qu'on monte vers la périphérie comme nous le verrons plus loin.

Nous avons dit que vers le sommet du tentacule le nerf donnait naissance à un renflement désigné sous le nom de ganglion tentaculaire.

Ce ganglion, volumineux chez les hélicines, et dont le diamètre est égal à environ deux fois celui du nerf du tentacule, contient les éléments fibrillaires du nerf dans sa partie centrale ; sa coupe transversale apparaît finement granuleuse et parsemée de noyaux allongés caractéristiques, en tout semblables à ceux observés dans le névrilème.

Sur sa périphérie nous voyons le ganglion entouré d'une couche d'éléments nouveaux, situés immédiatement sous le névrilème. A mesure que l'on monte vers la partie supérieure, on voit le nombre de ces éléments augmenter ; ils sont en tout semblables à ceux que nous observons dans les parties périphériques du nerf ; ce sont de petites cellules bipolaires. Nous avons représenté (fig. 1) une por-

(1) Kölliker, *Élém. d'histol.*, p. 316.

tion de la substance ganglionnaire pour montrer les divers éléments que l'on y observe.

La dilacération est ici plus facile, la structure fibrillaire est immédiatement aperçue ; es noyaux de la substance conjonctive interposée apparaissent vivement colorés par le carmin, et la myéline s'épanche au dehors en plus grande abondance.

Du ganglion tentaculaire partent, comme nous l'avons dit, de gros troncs nerveux qui, se ramifiant dichotomiquement dans le bouton terminal, vont se terminer à la périphérie.

Les gros troncs nerveux offrent la même disposition que le ganglion ; au centre on y observe la masse fibrillaire, et autour d'elle ces éléments celluleux qui augmentent à mesure que l'on monte vers l'extérieur. Après s'être divisés trois ou quatre fois, les faisceaux nerveux paraissent se perdre dans une masse cellulaire dont la description doit nous arrêter un instant.

Ces éléments offrent l'apparence de cellules bipolaires ; leur noyau est presque aussi volumineux que l'organe lui-même, il est semé de granulations réfractant très-fortement la lumière. Ces cellules sont munies de deux prolongements le plus souvent, mais sur des préparations heureuses et du reste fort faciles à répéter, on peut constater qu'à côté des éléments bipolaires on en rencontre possédant trois prolongements (fig. 2, *b*); quelquefois un des prolongements se bifurque (fig. 2, *c*).

Le plus souvent ces éléments présentent des prolongements en apparence très-courts ; c'est là un accident de préparation, la dilacération les ayant brisés ; mais dans le champ de la préparation on trouve des cellules dont les filaments polaires sont très-longs et présentent sur leur trajet des renflements variqueux, réfractant très-fortement la lumière (fig. 2, *a*). Il n'est pas rare de rencontrer des cellules présentant sur leurs prolongements cinq et six renflements de ce genre ; il n'est pas rare non plus de constater que ces cellules sont anastomosées entre elles au moyen de leurs prolongements polaires (fig. 2, *d*).

Quelle est la signification morphologique de ces éléments ? Leur forme presque constante, leurs prolongements variqueux, leurs anastomoses surtout, nous portent à croire à une dis-

position analogue à celle qui a été observée dans les embryons des animaux supérieurs. Nous avons donc ici, non des amas de cellules isolées, mais bien des fibres nerveuses de la vie embryonnaire qui offrent sur leur trajet des renflements celluleux à mesure que l'on s'avance du ganglion vers la périphérie; le névrilème des divers faisceaux subsiste toujours autour de ces amas cellulaires, les entoure, et à mesure que l'on monte vers la superficie on voit le diamètre de ces sortes de sacs diminuer, ils prennent la forme d'amphores, dont les cols allongés traversent le derme et viennent se mettre en rapport avec la face profonde de l'épiderme.

Cette disposition si remarquable est extrêmement facile à constater; il suffit de faire une coupe longitudinale du bouton terminal pour apercevoir les organes que nous venons de décrire. Nous avons représenté (fig. 4) une coupe du ganglion traité par le chlorure d'or, les troncs nerveux apparaissent teintés en noir violet, et on les voit se perdre dans les masses de cellules très-visibles et dont les noyaux ne se sont pas colorés par l'action du réactif; la substance cellulaire et les prolongements se colorent au contraire vivement.

Nous avons représenté (figure 5) une portion du bouton terminal traité par l'acide osmique, qui, lui au contraire, colore vivement en noir les noyaux des cellules; l'action de l'acide acétique fait disparaître les contours des cellules, leurs noyaux sont seuls visibles.

Ces amas de cellules viennent donc comme nous l'avons dit se mettre en rapport avec la face profonde de l'épiderme; de prime abord sur une coupe d'ensemble, on pourrait les prendre pour des glandes. Nous avons vu plus haut quels sont les éléments qui les constituent; sur des préparations au chlorure d'or, il est facile de voir la structure fibrillaire de ces sortes de cols d'amphores. Ces nerfs vont-ils s'arrêter à la face profonde de l'épiderme?

Pour Leydig (1), ils se perdent dans les cellules du bouton terminal; nous verrons plus loin ce qu'il entend par ces « globules

(1) Leydig, *Histol. comp.*, p. 289.

ganglionnaires ». Pour M. Lespès (1), ils se termineraient dans une substance granuleuse située sous la peau.

Pour M. Moquin-Tandon, chez certains mollusques on verrait les nerfs arriver jusqu'à l'épiderme, mais n'y jamais pénétrer. Du reste, il n'est fait dans ces auteurs aucune mention des éléments nerveux que nous venons de décrire plus haut.

Nous ne saurions admettre ces diverses opinions, mais bien au contraire celles de F. Boll et de Flemming : les nerfs pénètrent au milieu de l'épiderme et là effectuent leurs terminaisons réelles.

Épiderme. — L'épiderme du bouton terminal tentaculaire est formé principalement par une couche de grandes cellules cylindriques, offrant des granulations pigmentaires jaunâtres et noires; sur leur bord libre on aperçoit une couche cuticulaire transparente, qui paraît homogène quand les cellules sont observées en place ; ces cellules épidermiques à grand noyau s'insèrent sur le derme par une série de petits prolongements filiformes.

Figure 5, nous avons représenté trois de ces cellules grossies 350 fois ; elles sont étroitement appliquées les unes contre les autres.

Si l'on traite le bouton terminal du tentacule par l'eau iodée, ou les solutions très-affaiblies d'acide acétique ou d'acide chromique, on arrive très-facilement à enlever la couche externe de l'épiderme formée de ces grandes cellules que nous avons décrites plus haut, et l'on voit alors émerger de la surface du derme des éléments qui apparaissent isolés et dont la description doit nous arrêter.

Ils ont la forme de longs filaments, leur terminaison externe est légèrement évasée, et ils offrent sur leurs trajets ces mêmes renflements variqueux et cet aspect caractéristique des éléments nerveux. On les trouve isolés, flottants dans la préparation ou bien placés entre deux grosses cellules épidermiques, et retenus sous la cuticule par leur extrémité externe qui a un aspect brillant. Par leurs prolongements inférieurs, ils sont en rapport avec les

(1) J. Boll et Flemmig (*Arch.*, M. Schultze, 1869, *loc. cit.*).

(2) Lespès, *Journ. conchyliologie.* 1851 et 1852.

cellules bipolaires que nous avons décrites plus haut; sur des préparations au chlorure d'or (fig. 6), on voit ces filaments émerger de la partie superficielle du derme.

Ces éléments filiformes ne sont pas les seuls ; de grands éléments fusiformes, très-allongés, émergent également du derme, terminés par une fibrille *b*, qui s'arrête à la cuticule ; ces éléments sont par leur partie inférieure en connexion avec les cellules nerveuses sous-dermiques (fig. 7) ; cette disposition est évidente, la préparation a été traitée par l'acide chromique faible et ensuite par le carmin, la connexion n'est pas douteuse.

Nous n'hésiterons pas à affirmer que les nerfs se terminent par des extrémités renflées, situées entre les cellules épidermiques qui leur servent pour ainsi dire d'organes de protection.

Nous avons représenté (figure 8) un des éléments isolés de l'œil, dans la description duquel nous n'avons pas à entrer ici ; cet élément se compose d'un bâtonnet fortement pigmenté de noir ; à sa base se trouve un renflement fusiforme, muni de trois prolongements ; cette disposition nous a paru utile à rapprocher de celle des éléments nerveux interépidermiques que nous venons de décrire.

Il nous reste maintenant à nous occuper de ces cellules volumineuse que nous signalions en commençant, considérées par Leydig comme globules ganglionnaires et au milieu desquelles il présume que les ramifications du nerf tentaculaire vont se terminer.

Ces cellules se rencontrent isolées, mais en groupes le plus souvent réunis tout autour du ganglion tentaculaire entre les faisceaux nerveux terminaux.

Il est facile de voir que ces organes n'ont rien de nerveux et ne sont autre chose que des glandes monocellulaires, décrites déjà par Meckel (1). Ces glandes monocellulaires, dans lesquelles se déposent des granules calcaires, ont la forme de petits sacs ronds piriformes; elles sont superficielles, mais on les rencontre aussi très-nombreuses dans la partie la plus profonde du derme. Les

(1) Meckel, *Müller's Archiv*, 1846, p. 17.

muscles sous-dermiques, on se le rappelle, forment un treillis épais et constituent un appareil puissant qui permet à l'animal de se mouvoir en tous sens. Les canaux excréteurs des cellules glandulaires sous-dermiques montent au travers des faisceaux musculaires vers la périphérie et viennent s'ouvrir au dehors en traversant l'épithélium.

Les cellules, soit isolées, soit groupées, que l'on observe dans le bouton terminal du tentacule n'offrent aucune différence de structure avec celles qui sont placées sous le derme, dans les divers points du corps : la dilacération permet de les isoler, l'emploi de l'ammoniaque met en évidence les granulations calcaires très-fines déposées dans leur intérieur et dans leur canal excréteur que l'on peut suivre jusqu'au dehors ; ces conduits sont peu sinueux, ont un aspect granuleux caractéristique, et entre les cellules de l'épithélium on peut voir leurs trajets offrant la même apparence granuleuse.

Nous avons dit que ces cellules étaient, soit isolées, soit groupées.

Dans le second cas, on peut s'assurer souvent qu'elles n'ont rien perdu de leur indépendance ; elles sont placées à côté les unes des autres simplement, mais leurs canaux ne se réunissent pas et montent parallèlement vers l'extérieur.

C'est cette disposition que nous avons représentée figure 9, mais il arrive souvent aussi que des cellules groupées sont emprisonnées dans une bourse conjonctive très-transparente, dans le tissu de laquelle l'emploi du carmin fait reconnaître la présence de noyaux elliptiques.

Cette bourse s'allonge et forme un conduit excréteur qui va s'ouvrir au dehors.

Cette disposition, fréquente dans le tentacule, est celle que l'on observe également dans la glande pédieuse qui est, comme on le sait, une glande cutanée ; elle a été décrite et figurée par M. Semper dans un travail auquel nous renverrons le lecteur (1).

(1) Carl Semper, *Beiträge zur Anat. und Physiol. der Pulmonat.* — *Zeitschrift Siebold und Kölliker*, t. VIII, 1857, p. 341.

L'acide acétique ne doit pas être employé dans l'étude de ces éléments; sous l'action de ce réactif, les parois des conduits excréteurs disparaissent.

La quantité considérable de ces cellules, leur ressemblance avec les globules ganglionnaires, l'enchevêtrement des faisceaux nerveux, ont dû rendre l'étude de ces éléments très-délicate; il n'est donc pas étonnant que l'anatomiste allemand leur ait attribué une origine nerveuse. Signalons une cause d'erreur de plus, l'acide osmique colore ces cellules en brun et leurs noyaux en noir et met en évidence leurs conduits excréteurs. La réaction sur les cellules nerveuses des ganglions cérébroïdes et pédieux est la même ainsi que sur les cellules des glandes pédieuses et salivaires.

REPLIS CUTANÉS DE LA PARTIE LATÉRALE DE LA BOUCHE.

Nous avons dit en commençant que nous considérions comme organe de tact ces deux replis cutanés. Si l'on observe une hélix pendant la reptation, on voit que les bords libres de ces replis rasent toujours le sol; au plus petit obstacle, heurté dans sa progression, immédiatement l'animal replie ses pseudo-lèvres, s'arrête un instant, puis se détourne ou rebrousse chemin.

C'est surtout au bord libre que l'on trouve des dispositions intéressantes et qui rappellent tout à fait ce que nous avons observé dans le tentacule, cependant ici les filaments terminaux sont plus longs, plus facilement observables.

Il existe comme au tentacule une couche de cellules cylindriques formant l'épiderme, et entre ces cellules se trouvent encastrés les éléments que nous avons représentés (fig. 9). Dans la partie profonde, au milieu des faisceaux musculaires, on retrouve les grandes cellules glandulaires, destinées à la production du mucus, et que nous avons décrites plus haut.

La dilacération ici encore nous fait retrouver sous l'épiderme, dans la couche superficielle du derme, des cellules bipolaires à prolongements variqueux qui se mettent en connexion avec les éléments représentés (fig. 10).

Mufle. — Le mufle doit-il être rangé parmi les organes du toucher? C'est l'opinion de Moquin-Tandon basée sur l'observation des animaux vivants à l'époque du rapprochement des sexes (1).

Cet organe est muni d'énormes papilles très-lisses qui ont l'aspect du bouton terminal du tentacule ; dans cette région viennent aboutir des nerfs émanés des ganglions cérébroïdes (2).

Ces grosses papilles sont munies d'un appareil musculaire considérable; elles reçoivent des faisceaux qui viennent s'insérer à la face profonde du derme, dirigés perpendiculairement à la surface ; ils sont croisés à angle droit, dans la partie profonde, par des faisceaux musculaires transversaux, allant d'une paroi à l'autre ; on n'observe pas, dans cette région, les grandes cellules glandulaires si abondantes dans le tentacule.

L'épiderme est comme partout composé de grandes cellules cylindriques avec cuticule, et au milieu d'elles s'observent des filaments tout à fait semblables à ceux que nous avons représentés (fig. 9).

Cependant il est une disposition sur laquelle nous insisterons : on peut, à mesure que l'on s'approche de la périphérie, constater, comme au tentacule, les dispositions des organes nerveux en amphores (fig. 3) ; la dilacération permet de montrer des cellules bipolaires munies de filament variqueux (fig. 11). Ces cellules se mettent en rapport avec la partie inférieure des éléments interépithéliaux. L'organisation de ces papilles se rapproche donc considérablement de celle des tentacules.

Cavité buccale. — Après avoir étudié la portion péribuccale, nous avons recherché les dispositions nerveuses terminales qui existent dans l'intérieur de la cavité de la bouche.

Dans l'intérieur de l'organe, l'épithélium devient vibratile; à la partie la plus superficielle s'observent de grandes cellules cylindriques très-serrées et garnies de cils vibratiles. Ces cellules s'insèrent au derme par des filaments. Au milieu d'elles montent des cellules différentes, de forme plus allongée.

(1) Moquin-Tandon, *Mollusques terrestres et fluviatiles de France,* 1er volume.

(2) Voyez, pour la distribution des nerfs dans cette région, Carl Semper, *loc. cit.*

Au milieu de ces dernières on voit s'élever des filaments offrant dans leur partie moyenne un renflement fusiforme (fig. 12) non granuleux, à reflet graisseux, et souvent au-dessous de lui on observe d'autres renflements qui donnent à l'élément un aspect variqueux.

La partie supérieure de cet organe est légèrement évasée et se termine entre les cellules épithéliales.

Flemming (1) a rencontré de semblables éléments dans le manteau de l'anodonte et de la moule ; nous n'avons pu voir les connexions de ceux de la bouche de l'hélix avec des cellules nerveuses situées sous le derme, cependant nous avons tout lieu de les considérer comme terminaisons des nerfs. L'indice de réfraction, si différent de celui des éléments épithéliaux voisins, la forme générale, la présence des varicosités, nous autorisent à croire que, dans la cavité buccale, comme dans les autres organes que nous avons étudiés, c'est entre les cellules de l'épithélium que se terminent les nerfs de la sensibilité.

CONCLUSIONS.

En terminant ce travail, nous rappellerons en quelques mots les faits principaux que nous avons signalés :

1° Chez les hélicines, les nerfs sont pourvus de myéline ; ce même fait peut être constaté chez les gastéropodes marins, patelles, buccins, aplysies, et chez les acéphales de nos côtes qu'il nous a été donné d'observer (*Mytilus*, *Pecten*, *Cardium*, etc.).

2° Les nerfs tentaculaires des hélicines se résolvent vers la périphérie de l'organe en fibrilles qui présentent des varicosités ; sur leur trajet se voient des renflements cellulaires analogues à ceux qu'on observe chez les embryons des vertébrés.

3° Ces fibrilles réunies traversent le derme et vont se perdre dans l'épiderme, entre les grandes cellules épithéliales, sous la forme de filaments renflés à leur extrémité.

(1) Flemming, *Arch. microsc. Anat.*, 1869 (*loc. cit.*).

4° Au milieu des faisceaux nerveux et autour du renflement du nerf tentaculaire s'observent de grandes cellules, soit isolées, soit groupées, qui ne sont autre chose que des organes sécréteurs.

5° Les replis labiaux cutanés, les papilles péribuccales, offrent à considérer des dispositions nerveuses analogues ; les papilles péribuccales sont, le plus souvent, dépourvues des cellules sécrétantes.

Notre travail a été fait au laboratoire de l'aquarium d'Arcachon. En terminant, nous prions MM. les administrateurs Hameau, Lamarque, Lafont et Fillioux, de vouloir bien agréer l'expression de notre profonde gratitude.

EXPLICATION DES PLANCHES XVIII ET XIX.

PLANCHE XVIII.

Fig. 1. *Raton.* — Coupe faite au travers de la peau du doigt médius (main droite).

- *a*. Tendon du fléchisseur.
- *b, b, b*. Corpuscules de Vater groupés, et faisceaux nerveux coupés en travers.
- *d*. Épiderme, papilles du derme et extrémité des conduits des glandes sudoripares.

Fig. 2. Coupe de la pulpe du doigt indicateur traitée par l'acide acétique, affaibli pour dénuder le derme et par l'acide osmique.

- *a, a, a*. Corpuscules de Vater de la couche profonde du derme.
- *b, b*. Corpuscules de même nature situés dans la partie superficielle du derme.
- *d, d, d*. Faisceaux nerveux montant vers la périphérie et allant former le plexus sous-papillaire.
- *g, g*. Glandes sudoripares.

Fig. 3. Un faisceau de tubes nerveux à moelle et ses couches périnévriques ; un des tubes se détache du faisceau enveloppé par plusieurs tubes de périnèvre et va se terminer dans un corpuscule de Vater, dont les capsules

concentriques sont en continuation avec les tubes périnévriques. Par la dilacération, plusieurs tubes du périnèvre sont brisés et recroquevillés par l'action des réactifs.

Fig. 4. Un corpuscule de Vater, de la couche profonde du derme, grossi 180 fois, traité par l'acide osmique.

c, *c*. Capsules conjonctives avec les noyaux.

b. Bulbe central granuleux.

f. Fibre nerveuse se continuant avec le tube à moelle et allant se terminer en petite sphère.

Fig. 5. Papille non vasculaire du derme contenant un corpuscule de Meisner, sur lequel viennent s'enrouler deux tubes nerveux; du faisceau *f* se détache un troisième tube qui, à la base de la papille voisine, se termine dans un petit corpuscule de Vater.

PLANCHE XIX.

Fig. 1. *Helix Pomatia.* Coupe au travers du renflement du nerf tentaculaire.

a. Névrilème.

b. Fibrilles coupées en travers, donnant à la coupe une apparence granuleuse. Ces fibrilles sont visibles en *c* par de la dilacération.

n. Noyaux de la substance conjonctive interposée.

m. Gouttelettes de myéline liquéfiée et affectant des formes diverses.

Fig. 2. Éléments isolés observés à la périphérie du renflement nerveux tentaculaire et des troncs nerveux qui en partent (grossiss. 500 fois).

a. Élément isolé dont l'un des prolongements présente cinq varicosités.

b. Élément présentant trois prolongements.

c. Un élément dont l'un des pôles se bifurque.

d. Deux cellules anastomosées.

Fig. 3. Coupe longitudinale faite au travers du bouton terminal du tentacule après macération de 2 heures, dans la solution aqueuse d'acide osmique. (Objectif 3 de Nachet.)

N. Tronc nerveux qui vient se perdre après s'être divisé dans les masses des cellules représentées ci-dessus et offrant la forme d'amphores; le réactif a fait apparaître les noyaux des cellules, et sous l'action de l'acide acétique les contours des cellules ont disparu.

D. Derme au travers duquel on voit monter les extrémités des organes nerveux.

E. Épiderme.

Fig. 4. Coupe longitudinale du renflement terminal, après macération dans le chlorure d'or. (Obj. 3 Nach.)

N, N. Troncs nerveux.

c. Organes en amphores composées de cellules; les noyaux ne sont pas colorés par le réactif.

D. Derme.

E. Épiderme détruit en partie.

Fig. 4 *bis*. Coupe oblique à l'extrémité du bouton terminal pour montrer les amas de cellules isolés par des cloisons conjonctives (chlorure d'or). (Obj. 3 Nach.)

Fig. 5. Cellules d'épithélium cylindrique avec la couche cuticulaire et leurs insertions filamenteuse sur le derme. (Obj. 7 Nach.)

Fig. 6. Une portion de la périphérie du bouton terminal ; on voit émerger du derme les éléments nerveux terminaux (chlorure d'or).

Fig. 7. Portion la plus superficielle du derme, du bouton terminal tentaculaire.

e. Éléments nerveux isolés en connexion avec les cellules bipolaires et intra-dermiques (acide chromique faible). (Obj. 6 imm. Nach.)

Fig. 8. Un des éléments de l'œil isolé. (Obj. 6 imm. Nach.)

Fig. 9. Amas de grandes cellules sécrétantes, observées entre les faisceaux nerveux (acide osmique). (Obj. 7 Nach.)

Fig. 10. A. Cellule épithéliale cylindrique de l'épiderme du repli labial.

b. Cellule bipolaire sous-dermique, où les prolongements présentent deux renflements variqueux.

c, *c*, *c*. Éléments nerveux terminaux isolés, observés dans cette région et dans les papilles péri-buccales. (Obj. 8 imm. Nach.)

Fig. 11. Cellules épithéliales vibratiles de la cavité de la bouche, entre lesquelles viennent se loger les éléments nerveux terminaux *b*, *b*.

RECHERCHES EXPÉRIMENTALES

SUR LES

PHÉNOMÈNES CONSÉCUTIFS A L'ABLATION DU CERVEAU

ET SUR LES MOUVEMENTS DE ROTATION

Par M. ONIMUS.

DES MOUVEMENTS CHEZ LES ANIMAUX PRIVÉS DE LOBES CÉRÉBRAUX.

Depuis les célèbres expériences de Flourens, on sait d'une manière incontestable que tous les actes de la vie végétative sont complétement indépendants des lobes cérébraux, et qu'un animal privé de son cerveau continue à vivre aussi bien que précédemment, avec cette seule différence qu'il perd toute volonté.

Dans les expériences entreprises jusqu'à ce jour sur les fonctions du cerveau, les physiologistes se sont surtout préoccupés des changements apportés dans les manifestations intellectuelles par les lésions ou l'ablation complète des lobes cérébraux; ils ont prêté beaucoup moins d'attention aux différences qui ont pu survenir dans les mouvements et dans le maintien extérieur des animaux privés de leur cerveau. M. Vulpian (1) et surtout le docteur Michael Foster (2) nous paraissent être les seuls physiologistes qui ont insisté plus particulièrement sur la différence des mouvements, selon qu'on laisse subsister telle ou telle partie du système nerveux encéphalique. Nous avons entrepris les expériences que nous rapportons dans ce Mémoire dans le but de compléter cette étude.

Maintien extérieur.

Batraciens. — Pour plus de facilité, nous commençons par étudier ces phénomènes chez la grenouille.

(1) *Leçons sur la physiologie du système nerveux*, 1866.

(2) *Mouvements involontaires chez les animaux*. Lectures fullériennes (voy. *Revue des cours scientifiques*, 18, 25 septembre et 9 octobre 1869).

L'attitude de la grenouille privée de son cerveau (fig. 1) paraît au premier abord identique avec celle de la grenouille intacte; cependant, en l'observant pendant longtemps et dans différentes conditions, on remarque que son attitude non-seulement est na-



FIG. 1.

turelle, mais qu'elle paraît plus régulière. Elle est plantée hardiment sur ses pattes de devant, la tête et les épaules franchement relevées. La position des pattes de devant est toujours la même, fort peu écartées du corps, et chacune ayant une direction iden-

tique. Les pattes de derrière sont pliées et ramenées près du corps, où elles sont aussi ramassées que cela est possible. Cette attitude est bien celle de la grenouille intacte, mais chez celle-ci l'une des pattes est souvent moins fléchie que l'autre, et l'on ne remarque pas cette régularité et cette parfaite symétrie de position des membres qui caractérisent l'attitude de la grenouille sans cerveau.

Pour que cette attitude soit bien régulière, il est nécessaire que les lobes cérébraux soient complétement enlevés de chaque côté, et qu'il n'y ait aucune irritation des autres centres intracrâniens; car, dans ce cas, il y a aussitôt un des côtés du corps qui se trouve plus ramassé et qui fait pencher la grenouille de ce côté.

Pour bien observer cette attitude, il est également nécessaire d'avoir des grenouilles vigoureuses, et de les laisser en repos quelque temps après l'opération de l'ablation du cerveau.

La grenouille, après l'ablation du cerveau, ne peut rester couchée sur le dos et elle se retourne dès qu'on la renverse.

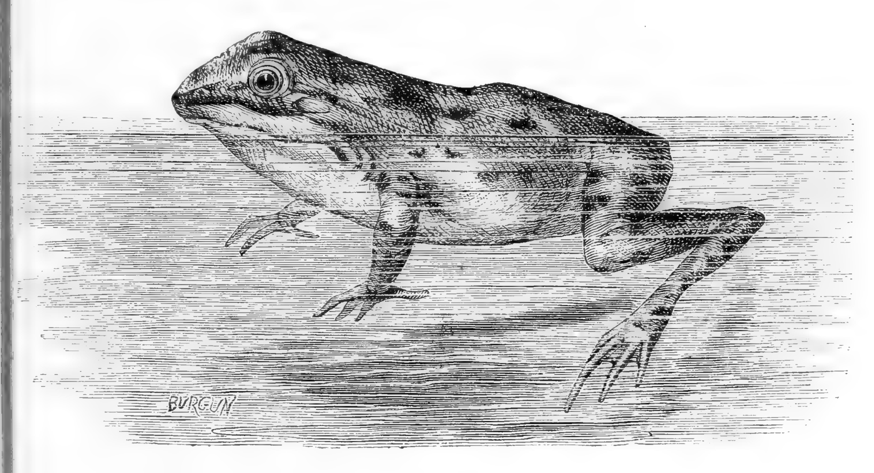


Fig. 2.

Lorsqu'on la met dans l'eau, *aussitôt* elle nage, elle se dirige droit devant elle, en exécutant des mouvements de natation réguliers et normaux. La tête et les épaules sortent de l'eau, et les pattes de derrière sont pliées horizontalement.

Lorsqu'elle rencontre un obstacle, elle s'arrête et rentre dans un repos complet. Dans cet état de repos, la tête reste au-dessus de l'eau, les pattes sont étendues presque horizontalement, et la plupart du temps à demi fléchies (fig. 2). La grenouille sans cerveau ne tombe jamais au fond de l'eau et reste toujours à la surface ; de plus, si les pattes de derrière ne sont pas toujours maintenues horizontales, elles ne s'enfoncent cependant jamais complétement, et surtout ne prennent jamais une position verticale.

Sur le sol, la grenouille finit toujours par prendre l'attitude normale, c'est-à-dire qu'elle ramène ses pattes près du corps, quelle que soit la position qu'on cherche à lui faire prendre. Cette attitude semble être une conséquence du contact du sol sur les nerfs sensitifs de l'abdomen.

Dans l'eau, lorsque la grenouille est en repos, à l'exception de la constance à rester à la surface de l'eau, la position des membres varie ; elle reste telle qu'elle s'est produite par le dernier mouvement de natation. A la moindre excitation, la grenouille sort de son immobilité et se remet à nager. Cependant on peut quelquefois, avec beaucoup de précaution, et surtout en ne faisant pas varier les conditions d'équilibre, donner aux membres la position que l'on veut.

La position ainsi déterminée reste la même tout le temps que la grenouille reste en repos ; ce fait nous paraît très-important, car il reproduit expérimentalement quelques-uns des symptômes de la catalepsie. D'ailleurs, dans la catalepsie, l'absence ou l'impuissance des actes volontaires et intellectuels est également un des symptômes principaux.

Mouvements réflexes et forcés.

La grenouille sans cerveau, si on la laisse complétement tranquille, reste immobile un temps indéfini, et conserve constamment la position qu'elle avait au moment d'entrer en repos.

Si l'on détermine sur une surface quelconque de la peau une irritation, aussitôt la grenouille saute en avant ; elle ne se contente pas de retirer la patte, ou de chercher à enlever la cause d'irritation,

elle saute d'abord en avant une ou deux fois, puis seulement si l'irritation continue, comme cela a lieu en employant une goutte de vinaigre, elle essaye d'enlever avec ses pattes la substance excitante.

Si l'on pince la patte d'une grenouille intacte, ou mieux si l'on applique sur un point quelconque une goutte de vinaigre, la grenouille cherchera à se sauver; si on la maintient par une patte, elle fait des efforts pour s'échapper; mais si elle a reconnu l'inutilité de ses efforts, ou si elle a peur, elle restera souvent immobile, malgré les excitations les plus fortes, et elle ne fera aucun mouvement ni pour se sauver, ni pour enlever avec les membres libres la cause d'irritation. Il y a donc cette différence entre la grenouille intacte et celle privée du cerveau, que l'une peut à volonté se mouvoir ou rester immobile malgré les excitations les plus vives, tandis que l'autre, *forcément*, *nécessairement*, se met à sauter chaque fois qu'on l'irrite.

Si l'on saisit la grenouille sans cerveau entre les doigts, ou si seulement on applique le doigt sur le dos, elle coasse, et elle coasse forcément à chaque pression du doigt.

Placée dans l'eau, la grenouille intacte va se blottir au fond de l'eau, nage un instant, s'arrête, reprend ses mouvements, se dirige et séjourne où elle veut. La grenouille sans cerveau, dès qu'elle est plongée dans l'eau, nage aussitôt, reste constamment à la surface, et elle ne s'arrête que lorsqu'elle est épuisée ou qu'elle rencontre un obstacle. *Elle est forcée de nager.*

Les mouvements de natation sont parfaitement normaux et coordonnés, ils sont même plus réguliers que chez une grenouille intacte.

Pendant que la grenouille exécute ces mouvements de natation, si elle rencontre un obstacle, elle s'arrête aussitôt. Si l'obstacle, le bord du vase ou un corps quelconque placé devant elle, est perpendiculaire et à pic, la grenouille s'arrête brusquement, et reste étendue immobile à la surface de l'eau.

Si le bord du vase est incliné, et si sa forme permet aux pattes de devant de pouvoir s'y appuyer, la grenouille y monte et s'y blottit. Une fois sortie de l'eau, elle reste indéfiniment dans la même attitude.

Si l'on met dans l'eau une petite planchette, dès que la grenouille la rencontre, elle y monte et y reste immobile. On peut recommencer cette expérience plus de cinquante fois dans une heure, et elle réussit chaque fois. Inutile d'ajouter qu'une grenouille intacte évite l'obstacle, passe à volonté au-dessous ou à côté, et ne s'arrête pas dans ces circonstances. Pour la grenouille sans cerveau, l'action de monter sur la planchette, de s'y blottir et d'y rester immobile est aussi forcée, aussi indispensable que l'étaient les mouvements de natation, lorsqu'elle était plongée dans l'eau.

Le fait important est, dans ce cas, non-seulement l'arrêt des mouvements de natation, mais bien l'acte de sortir de l'eau et de monter sur le bord.

Le mouvement est tellement naturel qu'il paraît être volontaire et être exécuté dans un but déterminé. Ce fait est très-frappant lorsque le bord présente quelques inégalités ou une pente rapide, et que la grenouille ne parvient à se blottir qu'après un certain nombre d'efforts et de mouvements parfaitement coordonnés. On dirait que l'animal a conscience des obstacles et qu'il désire s'échapper.

On conçoit parfaitement que quelques auteurs aient pu croire à la persistance de l'instinct et de la volonté, en observant ces phénomènes (Bouillaud), et surtout en les rapprochant de ceux observés chez les poissons et chez les reptiles où les mouvements sont encore bien plus identiques avec ceux qui ont lieu à l'état normal.

Cependant, ces mouvements si bien coordonnés, et qui paraissent adaptés à un but, ne sont que des mouvements forcés et qu'on peut faire exécuter autant de fois qu'on le veut. Pour cela, il suffit de placer un objet quelconque près des pattes de devant, pendant que la grenouille nage. Aussitôt elle y met les pattes de devant, puis elle y amène celles de derrière, et reste immobile. A l'excitation faite aux téguments et à la légère résistance qu'éprouve l'animal, correspond d'abord le mouvement en avant de la patte de devant, puis son immobilité. Ce mouvement et cette position de la patte de devant entraînent forcément et par action réflexe le mouvement de la patte de derrière. Cela est si vrai que le mouvement est le même, que l'objet placé près de la tête soit

large ou étroit, qu'il permette à la grenouille de s'y blottir, ou que ce soit une simple baguette ou un fetu de paille. Dans ce cas, les pattes de derrière, quoiqu'elles ne puissent arriver à se poser sur l'objet, se replient comme si l'objet était étendu, et cherchent à prendre la position naturelle qu'elles ont au repos lorsqu'elles sont placées sur un plan solide.

Ainsi, ce n'est pas pour entrer en repos, ni pour toute autre cause, que la grenouille qui rencontre un bord incliné sort de l'eau et se blottit, mais bien parce que l'excitation des membres antérieurs amène une série de mouvements coordonnés qui font sortir l'animal de l'eau et le font remonter sur le bord.

Si la paroi du bassin est à pic, la grenouille ne fait aucun effort pour sortir de l'eau; elle s'arrête dès que sa tête a rencontré cet obstacle; quelquefois, à ce moment, les pattes de devant exécutent un mouvement en avant comme pour s'accrocher, mais aussitôt après elles restent en repos, ainsi que les pattes de derrière (fig. 2).

Lorsqu'une grenouille sans cerveau exécute des mouvements de natation, si l'on vient à placer devant elle une baguette, elle s'y accroche aussitôt avec ses pattes de devant. Si alors on soulève la grenouille au-dessus de l'eau, elle fait de nombreux efforts pour ramener les pattes de derrière sur la même baguette, et si celle-ci est très-étroite, et ne peut être atteinte par les pattes de derrière, la grenouille continue ses efforts pendant assez longtemps, et ne les cesse que par lassitude.

Si la baguette est assez large pour qu'elle puisse s'y blottir, ou si l'on emploie le doigt, la grenouille y reste immobile; mais si l'on fait tourner lentement le doigt ou la baguette, de manière à déplacer le centre de gravité de la grenouille, elle entre aussitôt en mouvement pour maintenir son équilibre. Dans ce cas, elle ne cherche pas à fuir, elle ne saute pas, elle se déplace seulement en faisant une série de mouvements coordonnés, et cela aussi longtemps qu'on tourne le doigt; elle se meut dès que l'équilibre est rompu, et entre en repos dès qu'il est obtenu.

Des mouvements analogues, c'est-à-dire un ensemble de mouvements forcés, s'observent également chez d'autres animaux.

Poissons. — Nous avons enlevé le cerveau chez des carpes et chez des anguilles, et chez ces animaux les mouvements paraissent aussi réguliers qu'à l'état normal.

M. Vulpian, qui a fait plusieurs expériences sur les reptiles et sur les poissons, s'exprime ainsi :

« Les allures de l'animal *paraissent* n'avoir subi aucun changement. Mais si l'on poursuit l'observation, si surtout on compare cette carpe dépourvue de ses lobes cérébraux à une carpe intacte, on ne tarde pas à reconnaître qu'il y a bien certainement une modification produite par l'opération. Le poisson opéré se meut en ligne droite, ne tournant d'ordinaire d'un côté ou de l'autre que lorsqu'il rencontre un obstacle, ne paraissant s'arrêter que sous l'influence de la fatigue. Il semble poussé à se mouvoir par une nécessité impérieuse à laquelle il ne peut plus résister, nécessité créée par des excitations qui naissent principalement du contact des téguments avec l'eau. Ces différents mouvements exécutés par les poissons privés de leurs lobes cérébraux ne me paraissent pas plus volontaires que ne le sont les mouvements respiratoires qu'ils exécutent encore et qui survivent chez les vertébrés à une pareille mutilation (1). »

L'observation de M. Vulpian est parfaitement exacte, nous y ajouterons encore les faits suivants :

La différence entre la carpe privée de son cerveau et la carpe intacte est très-apparente, lorsque l'animal est hors de l'eau.

La carpe intacte remue, saute, glisse entre les mains, etc., tandis que la carpe dépourvue de ses lobes cérébraux, une fois sortie de l'eau, reste immobile et couchée sur un des côtés ; elle reste ainsi étendue sur la main ou sur le sol, sans faire le moindre mouvement, aussi longtemps qu'on ne détermine pas d'excitation. Lorsqu'on l'irrite, il y a quelques mouvements de la queue, puis aussitôt elle retombe dans une immobilité absolue.

Mise dans l'eau, elle se met à nager droit devant elle, mais ses mouvements sont plus lents, plus réguliers peut-être que chez la carpe intacte, et si le bassin est suffisamment long, elle monte lé-

(1) *Leçons sur la physiologie du système nerveux,* 1866, p. 683 et 684.

gèrement à la surface de l'eau, et s'avance droit devant elle, je dirais presque, majestueusement. Il n'y a pas comme chez la carpe intacte des mouvements de natation plus ou moins précipités, ils sont tous égaux entre eux, et ils ont tous la même énergie et la même durée.

Lorsqu'elle rencontre un obstacle, et qu'elle ne dévie pas par rapport à cet obstacle, elle s'arrête et les mouvements de ses nageoires cessent; il n'y a que la nageoire caudale qui remue de temps en temps pour établir l'équilibre, lorsque de lui-même ou par l'agitation de l'eau le corps tend à pencher d'un côté ou de l'autre.

On ne peut la maintenir penchée ni renversée : elle tend toujours à rester droite, et, pour la mettre en mouvement, il n'y a peut-être pas de meilleur excitant que de lui faire perdre un instant cette attitude normale.

Les mêmes phénomènes se reproduisent chez l'anguille. On sait la difficulté et presque l'impossibilité qu'il y a à maintenir dans ses mains une anguille intacte; mais lorsque les lobes cérébraux sont enlevés, elle reste étendue immobile dans la position qu'on lui donne, on la dirait morte. Si on la dépose sur du gazon humide, elle reste également étendue sans mouvement; elle ne prend son attitude normale et ne fait quelques mouvements de progression que lorsqu'on l'excite.

Dans l'eau, elle conserve toujours, et forcément, son attitude normale, c'est-à-dire qu'elle reste droite, reposant sur le ventre. Elle nage dès qu'elle est plongée dans l'eau. Lorsque le bassin est étroit, les mouvements de natation ne se font pas directement en avant, car la tête de l'animal rencontre promptement les parois du bassin, et comme les mouvements de torsion du corps dévient la tête, il s'ensuit que l'animal se meut quelque temps contre les parois du vase. Il semble, dans ce cas, que l'anguille cherche à s'échapper, ou qu'elle tourne à volonté à droite ou à gauche, évitant les obstacles. Mais il n'en est rien, car elle s'arrête, immobile, dès que l'obstacle qu'elle rencontre ne laisse pas dévier la tête, ce qu'on obtient facilement en plaçant la main un peu en creux devant elle.

Dans un bassin assez long, l'anguille nage droit devant elle, et, la plupart du temps, elle vient à la surface, la tête sort de l'eau, et elle repose, pour ainsi dire, à la surface de l'eau par ses deux nageoires antérieures. Comme pour la carpe, les mouvements ont une ampleur régulière et uniforme, ils ont quelque chose de gracieux.

Lorsqu'on place ces différents animaux dans un bassin de plusieurs mètres, c'est un spectacle curieux et très-intéressant de les voir nager à la surface de l'eau, lentement, tranquillement, droit devant eux, avec une régularité mathématique.

Oiseaux et mammifères. — Ces mêmes phénomènes s'observent chez les animaux supérieurs. « Le mammifère, dit M. Michael Foster, privé de cerveau, n'est plus qu'un automate qui s'enfuit quand on le pousse, crie quand on le pince, mange quand on lui donne sa nourriture ; et tout cela il le fait toujours et nécessairement. L'oiseau privé de cerveau, si on le lance en l'air, vole jusqu'à ce qu'il se fatigue et qu'il tombe. Il faut qu'il vole. »

Nous insisterons en même temps sur les faits suivants. Le pigeon ne vole que lorsque son centre de gravité est complétement déplacé, et qu'aucune de ses pattes ne rencontre plus de soutien.

Comme la grenouille qu'on fait tourner lentement sur son doigt et qui ne cherche pas à se sauver mais à reprendre à chaque instant son équilibre, le pigeon ne cherche pas à s'envoler, mais uniquement à se maintenir en équilibre. Si l'on place un pigeon sans cerveau sur le doigt ou sur une baguette qu'on fait tourner, aussitôt le pigeon étend les ailes, non pour voler, mais pour s'en servir comme de balancier. Aussi longtemps que l'objet sur lequel il est perché tourne, il fait varier la position de ses pattes et reste les ailes étendues. Si le mouvement est brusque et fait glisser les pattes, il se met aussitôt à voler.

Si au lieu de faire percher le pigeon sur le doigt on le met sur un plan incliné, sur le bras, par exemple, placé presque verticalement, il étend les ailes pour maintenir son équilibre, il cherche avec les pattes à se cramponner et à s'établir en équilibre. Il ne vole que si les deux pattes manquent de point d'appui.

Si on le tient par une seule aile, ou faiblement par une seule

patte, il exécute pendant tout ce temps les mouvements du vol, et il ne reste immobile que lorsqu'il est parvenu à se percher.

Si on le suspend en l'air au moyen de légers cordons, il reste constamment les ailes étendues, et en faisant, les premiers instants, tous les mouvements du vol.

Comme pour les animaux inférieurs, lorsqu'il est en mouvement, le premier obstacle l'arrête, et il s'y perche; ou bien si l'obstacle ne s'y prête pas, il tombe.

Si, par exemple, on le fait voler d'un peu haut et que l'on vienne tendre la main ou un doigt sur son passage, de manière qu'il sente l'obstacle, sans que le choc soit trop violent, aussitôt il s'arrête, se perche et reste immobile sur le doigt. Cette expérience réussit chaque fois, et l'on peut dire que le pigeon sans cerveau s'arrête forcément chaque fois que dans son vol il rencontre un obstacle, de même qu'il vole chaque fois qu'il manque de point d'appui.

Chez des canards et chez des oies, nous avons également enlevé le cerveau. Hors de l'eau, ils restent immobiles et un peu affaissés, mais on ne peut les faire rester sur le dos, ni les faire pencher d'un côté ou de l'autre. Lorsqu'on les place sur la main et qu'on fait varier le centre de gravité, aussitôt ils déploient d'eux-mêmes leurs ailes, et déplacent leurs pattes de manière à se maintenir en équilibre.

Placés dans l'eau, ils se mettent immédiatement à nager droit devant eux. Les mouvements de natation ne cessent que par lassitude, ou lorsqu'on place près des pattes un corps quelconque sur lequel elles peuvent s'appuyer. Ils s'arrêtent également immobiles lorsque l'eau devenant moins profonde, les pattes touchent le fond.

Quelquefois, en plaçant une planchette ou la main sous une seule patte, les mouvements de celle-ci s'arrêtent, mais ceux de l'autre patte continuent encore quelque temps.

Nous avons enlevé le cerveau chez de jeunes canards couvés et élevés par une poule. Ces canards n'avaient jamais été dans l'eau et nous ne leur donnions à boire que dans une petite auge très-étroite où ils ne pouvaient se plonger. A quatre de ces petits canards nous avons fait l'ablation du cerveau, et malgré cette

mutilation, en les mettant alors dans un bassin, ils se sont aussitôt mis à nager. Leurs mouvements de natation étaient réguliers, et cet acte était aussi forcé, aussi fatal pour eux que pour d'autres canards qui, précédemment, avaient vécu sur l'eau.

RÉSUMÉ.

En résumé, chez les animaux inférieurs, comme chez les animaux supérieurs, l'ablation des lobes cérébraux ne fait disparaître aucun des mouvements qui existaient précédemment. Seulement, ces mouvements prennent certains caractères particuliers. En premier lieu, ils ont plus de régularité, ils ont le vrai type normal, car aucune influence psychique ne vient les modifier; l'appareil locomoteur est mis en jeu sans entraves, et l'on pourrait presque dire que l'ensemble des mouvements est alors plus normal qu'à l'état normal.

En second lieu, les mouvements qui s'exécutent se font fatalement après certaines excitations; ils ne peuvent pas ne pas se faire. *Il faut* que la grenouille mise dans l'eau nage, et que le pigeon jeté en l'air vole. Le physiologiste peut donc, à volonté, chez un animal sans cerveau, déterminer tel ou tel acte, le limiter, l'arrêter; il peut prévoir les mouvements et affirmer d'avance qu'ils auront lieu dans telles conditions, absolument comme le chimiste sait d'avance les réactions qu'il va obtenir en mélangeant certains corps.

Une autre particularité des mouvements qui ont lieu, lorsque les lobes cérébraux sont enlevés, est leur continuation après une première impression. Sur le sol, une grenouille sans cerveau qu'on irrite fait, en général, deux à trois sauts ou plus; il est rare qu'elle n'en fasse qu'un. Placée dans l'eau, elle continue son mouvement de natation jusqu'à ce qu'elle rencontre un obstacle; il en est de même pour la carpe, l'anguille, etc. Le pigeon continue à voler, le canard et l'oie continuent à nager, etc. On dirait un ressort qui a besoin pour agir d'une première impulsion et qui s'arrête à la moindre résistance. Mais, ce qui frappe, c'est justement cette continuation de l'état déterminé une première fois, et

l'on ne peut s'empêcher de rapprocher les faits qu'on observe chez l'animal privé des lobes cérébraux, de ceux qui constituent une des propriétés caractéristiques de la matière inorganique. Mis en mouvement, l'animal sans cerveau conserve ce mouvement jusqu'à épuisement des conditions de mouvement, ou jusqu'à ce qu'il rencontre une résistance ; mis en repos, il reste dans cet état d'inertie jusqu'à ce qu'une cause extérieure vienne l'en faire sortir. C'est de la *matière vivante inerte.*

DES STIMULATIONS EXCITO-MOTRICES CHEZ LES ANIMAUX SANS LOBES CÉRÉBRAUX.

Il est incontestable que les phénomènes que nous venons de relater ont pour cause des stimulations excito-motrices et sensitivo-motrices. Pour la grenouille, par exemple, le contact du corps avec le sol lui fait prendre son attitude normale, et, lorsqu'elle est dans l'eau, comme le dit M. Vulpian, « il se produit une excitation particulière de toute la surface du corps en contact avec l'eau ; cette excitation provoque la mise en jeu du mécanisme de la natation, et ce mécanisme cesse d'agir dès que la cause d'excitation a elle-même disparu par la sortie hors de l'eau. »

L'explication donnée par M. Vulpian n'est cependant exacte que dans certaines limites ; car la grenouille reste immobile dans l'eau, dès qu'elle rencontre un obstacle, alors même que l'excitation produite par l'eau à la surface de son corps vient de se produire ; et, d'un autre côté, chez le pigeon, la surface du corps est impressionnée identiquement par l'air, que les ailes soient étendues ou fermées, et, cependant, il est obligé de voler dès qu'il manque de point d'appui. Il y a donc d'autres causes de stimulation que la seule impression des nerfs cutanés (1). D'après nous, ces causes sont : la solidarité des mouvements qui existe

(1) Chez des grenouilles sans lobes cérébraux et chez lesquelles nous avions enlevé toute la peau, les mouvements de natation se faisaient encore lorsqu'on les mettait dans l'eau, ce qui prouve bien que l'excitation de la surface cutanée n'est point la vraie cause de ces mouvements.

chez les animaux privés *uniquement* des lobes cérébraux, et, en second lieu, la nécessité de maintenir l'équilibre.

Solidarité des mouvements.

Nous avons insisté à plusieurs reprises sur le phénomène suivant : lorsqu'une grenouille nage, et qu'on applique un corps solide contre une de ses pattes de devant, aussitôt la patte correspondante de derrière se fléchit et vient s'appuyer sur le corps en contact avec la patte de devant. Il en est de même si l'on vient à immobiliser la patte de devant. Réciproquement, si la grenouille est immobile à la surface de l'eau, et, si l'on fait mouvoir la patte de devant, celle de derrière aussitôt entre également en mouvement et l'animal se met à nager (1). En un mot et d'une manière générale, chez les animaux privés de lobes cérébraux, si l'un des membres entre en mouvement, les autres aussitôt entrent en mouvement ; si l'un est mis en repos, les autres tendent également à entrer en repos. Il n'y a presque jamais, chez ces animaux, de mouvement limité à un seul membre, et toute excitation, tout changement de position dans un membre, entraîne fatalement des modifications analogues dans les autres membres.

Cette solidarité dans les mouvements différencie les animaux privés des lobes cérébraux, non-seulement des animaux intacts, mais encore de ceux chez lesquels la moelle est séparée des centres encéphaliques.

Chez une grenouille dont la moelle est coupée près du bulbe ou même un peu au-dessus du bulbe, si l'on déplace un membre, cette action n'influe en rien sur les mouvements de l'animal. Si l'on excite une des pattes légèrement, les muscles sous-jacents seuls entrent en contraction ; si l'excitation est plus forte, la patte entière se retire, mais le reste du corps reste immobile ; il faut une excitation assez vive pour que les autres pattes entrent en action. En un mot, à chaque excitation, selon son énergie, corres-

(1) Si l'on fait mouvoir les pattes de devant, celles de derrière entrent toujours en mouvement, mais on peut faire mouvoir les pattes postérieures sans que les pattes antérieures changent toujours de position.

pondent des mouvements plus ou moins étendus, et qui peuvent, dans tous les cas, être limités à un seul groupe de muscles. Il n'en est plus ainsi chez la grenouille dont la moelle reste reliée au cervelet ; les mouvements qui succèdent à une excitation, que l'excitation soit forte ou faible, sont toujours des mouvements d'ensemble.

Si l'on met une goutte de vinaigre sur une patte de grenouille dont la moelle est séparée de l'encéphale, la patte se retire d'abord, puis l'autre patte fait des mouvements coordonnés pour enlever la cause d'irritation. La grenouille qui n'est privée que de ses lobes cérébraux commence au contraire par faire plusieurs sauts, puis seulement elle fait agir l'une ou l'autre de ses pattes. Chez la grenouille dont la moelle seule subsiste, à chaque excitation succèdent des contractions musculaires : celles-ci sont toujours en proportion de l'énergie de l'excitation. Chez la grenouille avec cervelet, les excitations peuvent se faire sans déterminer aucun mouvement, mais, faibles ou fortes, du moment qu'elles provoquent une action réflexe, le résultat est le même, c'est-à-dire un mouvement d'ensemble qui donne lieu au saut.

On pourrait, sous ce rapport, diviser le système nerveux central en trois parties principales : la moelle, l'isthme encéphalique avec le cervelet, et le cerveau. Chacune de ces régions a son autonomie, mais elles sont dépendantes les unes des autres dans certaines limites : la moelle, de l'isthme encéphalique et du cervelet, et cette dernière région, du cerveau.

Lorsque la moelle seule subsiste, une excitation, si légère qu'elle soit, détermine une action réflexe; celle-ci est limitée et proportionnelle à l'énergie de l'excitant. Chaque groupe cellulaire de la moelle agit ainsi par lui-même. Si, au contraire, la moelle est encore reliée au cervelet, elle perd cette indépendance absolue, l'impression remonte jusqu'au delà du bulbe, et il faut que les éléments de cette région entrent en activité, sinon il ne se produit aucun mouvement. Les excitations partielles de la moelle sont annihilées. C'est dans ce sens que l'on peut dire que les régions encéphaliques ont une influence de centre d'arrêt sur les actions réflexes de la moelle.

Mais si cette région (isthme encéphalique et cervelet) entre en action, aussitôt plusieurs groupes musculaires se contractent; de plus, l'action réflexe n'est plus proportionnelle à l'énergie de l'excitant; elle est tout ou rien. Les mouvements, dans ce cas, non-seulement sont admirablement coordonnés, mais ils ne peuvent être limités; ils ont lieu forcément après les excitations périphériques, et forcément ils ont lieu d'ensemble.

Le cerveau influe sur l'isthme encéphalique et sur le cervelet, comme ceux-ci influaient sur la moelle, c'est-à-dire que les mouvements qui succèdent à une excitation ne sont plus les mêmes que ceux qui auraient lieu si le cerveau était enlevé, mais bien tels que les provoque le cerveau. De même que l'isthme encéphalique influe sur les mouvements de la moelle, les modifie, et peut même empêcher les excitations légères de déterminer des actions réflexes, de même le cerveau modifie les mouvements d'ensemble, arrête les actions réflexes et peut s'opposer aux manifestations extérieures de l'activité de ces centres. Le cerveau peut donc également être considéré, par rapport au cervelet et à l'isthme encéphalique, comme un centre d'arrêt, mais cette expression mérite quelques mots d'explication.

On sait depuis longtemps que la fonction réflexe, l'excito-motricité de la moelle, s'exagèrent lorsqu'on sépare la moelle de l'encéphale; de plus, les actions réflexes augmentent de plus en plus, au fur et à mesure qu'on enlève de nouveaux tronçons de la moelle jusqu'à une petite distance en avant du renflement postérieur. M. Setchenow a voulu expliquer ces faits par une action modératrice du cerveau sur les actions réflexes de la moelle, et il admet des *centres modérateurs*. Mais, comme le font observer Longet et M. Vulpian, si l'hypothèse soutenue par M. Setchenow était fondée, il ne devrait plus être possible, une fois que le cerveau est enlevé, de déterminer une nouvelle exaltation de l'excitabilité de la moelle par des lésions de cette partie des centres nerveux. Or, c'est le contraire qui a lieu, les actions réflexes s'exagèrent à mesure que la lésion est plus éloignée de l'encéphale.

« Si l'on rapproche, dit M. Vulpian (*loc. cit.*, p. 440), ces di-

verses données expérimentales, on voit qu'il faudrait, pour les expliquer, si l'on tenait à l'hypothèse de l'existence des centres modérateurs de l'action réflexe, admettre non-seulement que le cerveau exerce une influence modératrice sur les mouvements réflexes, mais encore que chaque tronçon de la moelle exerce une influence du même genre sur la portion de la moelle située en arrière de lui. Il me semble que modifier ainsi l'hypothèse en question n'aurait plus guère de sens, au moins dans les termes où elle a été formulée. On ne pourrait plus, en effet, parler de *centres modérateurs*, puisque cette influence n'appartiendrait pas à des points particuliers, à des centres distincts, mais à tous les points de l'étendue de la moelle épinière. »

Nous croyons que la question n'est point placée sur son véritable terrain. En tenant compte de l'exagération de l'excitabilité de la substance grise de la moelle à la suite d'une section, d'une piqûre, de l'épanchement de sang, etc., qui accompagnent toujours les opérations faites sur les animaux, nous croyons qu'on ne peut pas dire qu'il y a réellement exagération des actions réflexes lorsque la moelle est séparée de l'encéphale et de la partie supérieure de l'axe spinal. S'il est vrai, en effet, qu'une excitation très-faible détermine immédiatement des mouvements dans les pattes de derrière d'une grenouille, dont la moelle a été coupée un peu au-dessus du renflement postérieur, et que cette même excitation peut ne déterminer aucune action réflexe sur une grenouille privée uniquement de son cerveau, il faut remarquer que cette même excitation, ou une autre un peu plus forte, va occasionner chez cette dernière grenouille un ensemble de mouvements bien plus important que chez la première : elle va faire agir tous ses muscles, elle va la faire sauter. Or, le saut est un acte réflexe bien plus considérable que le simple mouvement d'un membre. Nous croyons donc que l'hypothèse de centres modérateurs n'a aucune raison d'être adoptée ; d'ailleurs, on ne comprend guère comment ces centres pourraient agir ; dans tous les cas, leur rôle se réduirait uniquement à influencer le degré de force et d'expansion des actions réflexes.

Mais ce qui est vrai et incontestable, c'est qu'à mesure qu'on

laisse une portion plus considérable de la moelle, et surtout lorsqu'on n'enlève que les lobes cérébraux, l'influence des excitants devient de moins en moins locale, les réflexes se coordonnent mieux, et les contractions limitées tendent à disparaître. Il se produit en même temps, entre l'excitation de certains groupes médullaires, et d'autres placés au-dessus et qui sont en relation avec ceux-ci, une certaine dépendance.

Pour amener une action extérieure à laquelle toutes les régions, pour ainsi dire, viennent concourir, il faut rompre l'équilibre qui existe entre les différentes régions. Lorsqu'il n'y a qu'un tronçon de la moelle, cette dépendance n'existant plus, l'équilibre est plus facile à rompre; de là des actions réflexes plus promptes et plus faciles. Ces phénomènes sont donc des conséquences logiques de ces diverses lésions, mais ils ne démontrent en aucune façon la réalité et la nécessité de centres modérateurs.

Quant à l'influence du cerveau sur les actions réflexes, elle est hors de doute, mais ici encore le cerveau n'agit pas comme *centre modérateur*, mais plutôt et seulement, dans certains cas, comme *centre d'arrêt*. Il arrête, il supprime les mouvements réflexes ou bien il les modifie. Comment peut-il ainsi parvenir à empêcher de s'accomplir des actes que nous savons être forcés et suivre fatalement une excitation ? Il n'empêche pas, en effet, l'impression d'arriver dans la moelle, ni de celle-ci dans les régions encéphaliques, les centres excito-moteurs sont mis réellement en activité, mais il s'oppose à ce que cette activité devienne manifeste. C'est là une action toute spéciale qui n'a rien de commun avec ce qui se passe entre les diverses régions de la moelle. Pour expliquer cette influence, aucune des théories admises jusqu'à ce jour ne paraît satisfaisante, et nous croyons qu'elle ne pourra trouver une explication rationnelle que d'après les lois des mouvements moléculaires, de leur équilibre et de leur action réciproque. Nous ne pouvons nous étendre dans ce mémoire sur cette question que nous espérons étudier plus tard.

RÉSUMÉ.

En résumé, chez l'animal privé de ses lobes cérébraux, il existe une solidarité des mouvements de tous les membres. Selon l'excitation, selon le genre d'impression produite sur les nerfs sensitifs cutanés et sur les nerfs de sens musculaire, il se forme entre les différentes régions des centres nerveux une entente commune, qui a pour régulateur l'isthme encéphalique et le cervelet.

Lorsque la moelle est complétement séparée de tous les centres encéphaliques, les actions réflexes, tout en restant coordonnées, n'ont plus les mêmes caractères; ils restent limités à quelques groupes ou à un seul groupe musculaire.

Enfin, et c'est là une conséquence logique, et que confirme l'expérimentation, il y a entre les actions médullaires et celles produites par les centres encéphaliques (en exceptant les lobes cérébraux) une sorte d'équilibre qui se modifie chaque fois que l'une ou l'autre de ces régions est plus ou moins excitée ou affaiblie. Si la moelle est irritée, l'influence de l'isthme encéphalique et du cervelet est moins prononcée : le contraire a lieu si la moelle est affaiblie ou si les centres encéphaliques sont irrités.

En irritant, toutes choses égales d'ailleurs, soit par une piqûre légère, soit par du sel marin, les centres encéphaliques (excepté le cerveau), les actions réflexes de la moelle sont diminuées. Réciproquement si, comme nous l'avons constaté plusieurs fois, on augmente l'excitabilité de la moelle par des agents toxiques, tels que la strychnine, les actions réflexes de la moelle deviennent prédominantes, et les mouvements d'ensemble deviennent difficiles et souvent disparaissent complétement.

Chez des grenouilles privées de leurs lobes cérébraux, et que nous avons empoisonnées par la strychnine, les mouvements qui déterminent le saut deviennent impossibles; il en est de même de ceux de natation. Chez les pigeons, le vol ne se fait plus régulièrement, et les canards empoisonnés par la strychnine ne peuvent plus nager d'une manière normale.

Ces faits démontrent bien l'autonomie relative de ces différentes régions et les conditions de leur dépendance réciproque.

Nécessité de l'équilibre.

Chez les animaux privés des lobes cérébraux, il y a un phénomène constant, c'est la tendance forcée et constante à maintenir l'équilibre. Nous avons vu chez la grenouille, la carpe, l'anguille, le pigeon, l'oie, le canard, les mammifères, etc., que chaque fois qu'on déplace leur centre de gravité, aussitôt il survient une série de mouvements coordonnés qui ont pour but unique de rétablir l'équilibre. Comme nous l'avons déjà dit, il n'y a pas d'excitant qui détermine aussi sûrement des mouvements d'ensemble que la perte de l'équilibre.

Un insecte décapité reste toujours posé hardiment sur ses pattes et ne peut prendre aucune autre position. Examinez une grenouille immobile sur une planchette, à la surface de l'eau, et abaissez lentement cette planchette dans l'eau de manière que la grenouille plonge dans l'eau : la plupart du temps, malgré l'impression de l'eau sur les téguments, la grenouille restera immobile. Si vous retirez la planchette lentement de dessous la grenouille, sans déranger sa position, elle restera immobile ; mais si vous la penchez d'un côté ou de l'autre, aussitôt la grenouille sort de son immobilité. La perte de l'équilibre agit donc plus énergiquement que l'impression de l'eau sur les téguments.

Faites pencher une carpe à droite ou à gauche, aussitôt elle se déplace et reprend son attitude normale. Si vous placez sur un des côtés un canard, qu'il soit sur le sol ou dans l'eau, aussitôt il se redresse et se remet d'aplomb.

Si, pour les mouvements d'ensemble, nous avons toujours compris dans une même région l'isthme encéphalique et le cervelet, il n'en est plus de même pour les mouvements d'équilibre. Pour ceux-ci, le cervelet influe seul, et il est facile de s'en convaincre expérimentalement. Dès qu'il est lésé ou détruit, les animaux restent indifféremment sur un côté ou sur l'autre, et ils ne cherchent plus à reprendre leur équilibre dès qu'on l'a rompu. Dans certains cas même l'équilibre devient impossible, car il y a une tendance à tomber sur un des côtés.

Lorsqu'on enlève le cervelet chez les animaux supérieurs, chez

le pigeon, le canard, l'oie, les mouvements d'ensemble existent encore, mais ils ne se font plus avec régularité. Sur le sol, l'animal titube et paraît avoir tous les caractères de la marche d'un animal ivre. Lorsqu'on le met sur le dos, il se débat, cherche à se relever, mais n'y parvient pas facilement. Lorsque le cervelet est conservé, si l'on renverse l'animal, si on le jette en l'air, etc., toujours il revient immédiatement à son attitude normale.

Si le cervelet est enlevé ou lésé profondément, les mouvements sont conservés, mais ils ont lieu sans ordre, sans entente. Les mouvements du vol et ceux de la natation se font comme par secousses, ils ont quelque chose de spasmodique; chez le canard, par exemple, chaque patte a l'air d'être mise en mouvement par un ressort rigide, elle se contracte à tort et à travers, sans but bien défini, tandis que chez celui où les lobes cérébraux sont seuls enlevés, les contractions sont coordonnées, elles ont de l'ampleur et une certaine grâce. Nous avons même dit, pour bien exprimer ce fait, que les mouvements paraissaient plus normaux qu'à l'état normal.

Cependant, les mouvements réflexes dus uniquement à l'influence de la moelle sont également coordonnés, comme le prouve l'expérience de Pflüger. L'ablation du cervelet ne fait pas disparaître la coordination de tel ou tel mouvement limité, mais bien celle des mouvements d'ensemble, tels que le saut, la locomotion, la natation, le vol.

De plus, l'animal ne sait plus se tenir constamment en équilibre, il n'a plus ce besoin forcé qui, chez l'animal privé seulement de ses lobes cérébraux, est si remarquable. Le cervelet sert encore plus à l'équilibration qu'à la coordination des mouvements; c'est sa principale fonction, d'après nous, et que l'animal soit en repos ou en mouvement, il agit dans ce sens. C'est uniquement à son influence qu'est due l'attitude normale que prennent forcément et constamment les animaux privés de leurs lobes cérébraux, attitude qui est produite par une action active qui s'exerce alors même que l'animal paraît être dans un repos complet.

Enfin, lorsque le cervelet est enlevé, la solidarité des mouvements disparaît, et cela est surtout frappant lorsqu'en même temps on enlève les lobes cérébraux. On comprend, en effet, lorsque le

cerveau subsiste et qu'il influe sur les fonctions de la moelle, que l'animal, lorsqu'il *veut* marcher, puisse produire une série de mouvements dans les différents membres. L'influence du cerveau peut suppléer, surtout lorsqu'en même temps les yeux peuvent guider l'animal, au fonctionnement du cervelet. La volonté en effet détermine, selon les besoins, telle ou telle contraction, et, dans plusieurs cas, la solidarité des mouvements ne paraît pas troublée. Il n'en est plus de même lorsqu'on enlève à la fois les lobes cérébraux et le cervelet, car alors, la volonté n'intervenant plus, les phénomènes sont plus simples et plus nets.

Ce besoin d'équilibre, qui disparaît avec les lésions du cervelet, nous porte à admettre, avec M. Ph. Lussana, que le cervelet pourrait être en partie l'organe du *sens musculaire*, c'est-à-dire qu'il dirigerait et déterminerait la force et l'étendue des contractions musculaires nécessaires à l'accomplissement de tel ou tel mouvement. M. Vulpian est opposé à l'hypothèse de M. Lussana, et il lui reproche de n'avoir pour base aucun fait bien positif; la sensibilité musculaire, après l'ablation totale du cervelet, est en effet conservée, peut-être même est-elle légèrement exaltée comme l'est parfois la sensibilité cutanée. A cette objection, nous pouvons répondre que le sens musculaire ne consiste pas seulement dans la sensibilité musculaire, mais dans un acte excito-moteur pour lequel il faut l'intégrité complète de tous les organes. Or, il est un fait incontestable, c'est que lorsque le cerveau est seul enlevé, la faculté de mesurer et de gouverner les contractions musculaires est conservée parfaitement, tandis qu'elle est profondément altérée lorsque, en même temps que le cerveau, le cervelet est détruit. Il est vrai que les phénomènes se rattachant au *sens musculaire* ne paraissent pas tous abolis, mais, dans tous les cas, la solidarité des mouvements disparaît, et cette action réciproque des contractions d'un membre sur celles des autres parties du corps nous paraît être le résultat du sens musculaire, ou du moins nous ne comprenons pas que cette solidarité puisse exister sans le sens musculaire.

Le maintien de l'équilibre ne peut s'établir que par des actions musculaires d'ensemble bien coordonnées, et par la solidarité des

mouvements, et c'est pour cela que les lésions du cervelet entraînent des troubles dans l'équilibre et la coordination des mouvements.

INFLUENCE DU CERVELET SUR LA TONICITÉ MUSCULAIRE.

L'attitude de la grenouille sans cerveau (fig. 1) n'est possible que par la contraction ou tout au moins par la tonicité de certains muscles. La position des membres n'est plus la même lorsqu'on vient à couper les nerfs qui s'y rendent ; les pattes de devant ne soutiennent plus le corps, et celles de derrière restent étendues. Il en est de même si l'on chloroformise l'animal, ou si on lui fait absorber de la morphine. Il y a donc, dans l'attitude normale de la grenouille, une action constante du système nerveux sur les muscles.

Cette influence du système nerveux sur les muscles est surtout manifeste lorsque la grenouille est jetée dans l'eau ; elle ne peut aller au fond et reste toujours à la surface (fig. 2). Cela se conçoit aisément lorsqu'elle nage ; mais, même dans l'immobilité complète et après un repos prolongé, elle reste encore à la surface de l'eau.

On pourrait croire que cela est dû à l'influence de l'air renfermé dans les poumons ; mais il n'en est rien, car, comme nous en avons fait l'expérience, chez la grenouille n'ayant que ses lobes cérébraux enlevés on peut piquer ou détruire les poumons sans que cette position dans l'eau subisse des modifications importantes.

D'un autre côté, alors même que la respiration continue, si le cervelet est détruit et avec lui une partie de l'isthme encéphalique, la grenouille tombe au fond de l'eau.

Ce qui démontre encore mieux que cette action est due au système nerveux central, c'est qu'en chloroformisant la grenouille elle ne peut plus rester à la surface de l'eau, elle tombe au fond. Enfin, en coupant les nerfs d'un membre postérieur, celui-ci ne reste plus dans sa position précédente, il devient perpendiculaire et tend à entraîner le reste du corps.

Enfin des contractions assez fortes peuvent durer un temps in-

défini; car, lorsqu'on donne une position forcée à un des membres, position qui évidemment ne peut exister que par la contraction musculaire, celle-ci se maintient tout le temps. Nous avons déjà dit combien ces derniers phénomènes avaient d'analogie avec ceux de la catalepsie.

L'intégrité complète du cervelet, alors que les lobes cérébraux seuls sont enlevés, détermine donc sur le système musculaire une influence tonique; cette influence est constante.

Si le cervelet est lésé ou altéré, cette action tonique disparaît, ou est modifiée. La paralysie incomplète du cervelet amène très-souvent un tremblement qui a beaucoup d'analogie avec celui de la paralysie agitante. Chez des canards, nous avons vu la destruction d'une légère portion du cervelet, et une autre fois un caillot de sang qui comprimait la partie postérieure déterminer des tremblements continus et rhythmiques dans la tête : ils pouvaient très-facilement être observés par les mouvements du bec et ont duré pendant tout le temps que l'animal a survécu (huit heures).

CENTRES LOCOMOTEURS.

On peut conclure de la plupart des faits que nous avons cités que les mouvements pour les animaux, soit inférieurs, soit supérieurs, sont produits par certains mécanismes spéciaux, ou par des centres locomoteurs qui se trouvent en dehors du cerveau. Ces centres sont essentiellement passifs, ils n'ont aucune action spontanée et ne se mettent en activité que lorsqu'ils y sont excités, soit par une action périphérique, soit par le cerveau.

On ne doit donc plus admettre dans les mouvements habituels et qui paraissent parfaitement volontaires, une action directe du cerveau sur chaque muscle. On est obligé de reconnaître qu'il existe en dehors du cerveau des centres de mouvement, qui servent d'intermédiaire entre la volonté et les actes extérieurs. La volonté met en activité tel ou tel centre, et celui-ci aussitôt détermine l'action de certains groupes musculaires. On sait d'ailleurs que, selon les habitudes et l'éducation des muscles, certains muscles ne peuvent que très-difficilement entrer en mouvement isolément,

et que la contraction d'un muscle entraîne quelquefois celle d'autres muscles, alors même que la volonté s'y oppose.

Il y a donc, dans les centres encéphaliques, en dehors du cerveau, des centres coordonateurs et directeurs des mouvements, qui, pour ainsi dire, président aux détails des actes extérieurs (locomotion, natation, vol, etc.), et qui ne reçoivent du cerveau que l'ordre général d'avoir à exécuter tel ou tel ensemble de mouvements.

Nous ferons en même temps remarquer que si, dans quelques cas, le cerveau arrête et modère les actions réflexes les plus ordinaires de la moelle épinière, il peut également les provoquer. Si l'on admet qu'il est centre d'arrêt, il faut aussi admettre qu'il est centre de mouvement; et, de fait, il est l'un et l'autre à volonté, et probablement il agit dans ces deux cas sans qu'il ait à sa disposition des mécanismes spéciaux pour l'arrêt et d'autres pour la mise en mouvement. Avec la théorie des mouvements moléculaires, on peut très-bien comprendre que l'équilibre puisse être rompu dans un sens ou dans l'autre, ou bien être maintenu par l'influence du même mécanisme. Nous ferons encore observer que l'influence du cerveau peut être anihilée par une excitation trop vive des centres locomoteurs. C'est ainsi qu'une tumeur ou une piqûre peuvent produire des mouvements qu'il est impossible à la volonté d'arrêter; l'animal se trouve alors presque dans les mêmes conditions que si son cerveau était enlevé. C'est dans ces cas, comme nous le verrons, qu'il se produit des mouvements irrésistibles, tels que ceux de rotation. Il arrive alors pour la dépendance de ces régions, par rapport au cerveau, ce que nous avons vu exister pour la moelle par rapport aux centres locomoteurs, lorsque l'irritabilité de la moelle est augmentée par une excitation ou des agents toxiques, tels que la strychnine.

Les mouvements d'ensemble qui se produisent au moyen des centres locomoteurs, en dehors de l'influence du cerveau, sont de deux ordres; les uns sont d'instinct, les autres sont d'habitude. Les uns et les autres sont forcés, mais ils diffèrent en ce que les premiers se retrouvent chez tous animaux, qu'ils soient jeunes ou vieux, tandis que les autres ne se rencontrent que chez les

animaux vieux; pour employer des expressions usuelles, les premiers sont *de nature*, les autres sont *de seconde nature*. C'est ainsi qu'un canard qui n'a jamais été dans l'eau, si on lui enlève ses lobes cérébraux et si on le place dans l'eau, se met à nager régulièrement; mais il n'aura pas, comme chez le canard âgé privé de son cerveau, certains mouvements de torsion du cou que font d'ordinaire les canards lorsqu'ils nagent et surtout au moment où ils retirent leur tête de l'eau après avoir plongé. Le canard jeune et inexpérimenté secoue la tête, mais il n'a pas les mouvements et le frôlement du cou vers le thorax qu'ont encore les canards âgés, même lorsque leurs lobes cérébraux sont détruits.

Le pigeon âgé, quoique privé de cerveau, place, lorsqu'il dort, la tête sous l'aile; souvent même il se lisse les plumes. Chez les pigeons tout jeunes, nous n'avons jamais observé ces actes, tandis qu'ils exécutent aussi normalement que des pigeons âgés d'autres mouvements; leur vol est très-régulier, alors même qu'on a fait l'opération avant qu'ils s'envolent du nid.

Il est donc probable que, par l'habitude, il se forme, dans les centres nerveux, certains rapports entre les groupes cellulaires, qui donnent lieu à des mouvements d'ensemble et qui deviennent aussi forcés et aussi nécessaires que ceux qui sont dus aux actes instinctifs. Ces actions réflexes d'habitude s'observent surtout chez les animaux supérieurs.

A côté de ces mouvements. les uns d'hérédité et d'instinct, et les autres d'habitude, il y a encore les actions réflexes produites par les influences prédominantes du moment ou par les instincts temporaires. C'est ainsi que pendant la saison d'accouplement, en plaçant le doigt entre les pattes de devant, chez une grenouille mâle dont on enlève le cerveau, les mouvements qui ont lieu ont pour but de serrer le corps interposé comme s'il s'agissait d'étreindre la femelle. Cette action est très-vigoureuse et constante, et toute excitation dans ce moment, au lieu de provoquer d'autres mouvements d'ensemble, ne fait qu'exagérer l'étreinte.

Chez les animaux privés de cerveau, les centres locomoteurs existent donc encore complets, et, comme nous l'avons déjà dit, ces animaux ne diffèrent de ceux qui ne sont pas mutilés que par

l'impossibilité d'entrer spontanément en mouvement. Il leur faut, pour agir, recevoir une excitation, soit extérieure, soit intérieure. L'excitation extérieure est celle que nous pouvons produire artificiellement en excitant les nerfs périphériques; l'excitation intérieure est celle que produit le cerveau, et l'on peut dire qu'au point de vue purement physiologique, le cerveau n'a d'autre action que de mettre en activité les différents centres moteurs. C'est un simple excitant, avec cette différence importante que les impressions externes ne peuvent déterminer qu'un certain nombre de mouvements, tandis que le cerveau en provoque une immense variété.

Les excitations artificielles que nous pouvons produire se font toujours par l'irritation de quelques nerfs sensitifs, et cependant, selon le mode d'impression et selon les régions, les mouvements diffèrent. L'excitation d'un membre chez la grenouille produit le saut, une excitation du même genre sur le thorax provoque le coassement; si l'on enveloppe toute la grenouille, elle cherche à s'échapper en glissant entre les doigts; si on la jette dans l'eau, elle nage. Les impressions extérieures peuvent donc déterminer une grande variété de mouvements chez la grenouille mutilée; on comprend à plus forte raison combien le cerveau peut à son tour provoquer de mouvements divers.

Si, chez un animal privé de ses lobes cérébraux, les mouvements sont tellement naturels qu'ils paraissent souvent être volontaires, il est évident qu'il suffira d'une portion très-minime du cerveau pour produire tous les actes ou presque tous les actes qui existent chez l'animal non mutilé. En effet, le cerveau ne faisant que déterminer la mise en activité des centres moteurs, il n'est besoin, pour produire cette action, que de quelques cellules pouvant agir spontanément, c'est-à-dire de quelques cellules cérébrales. C'est pour cela que toutes les fonctions se font encore intégralement et que tous les instincts sont conservés chez les animaux auxquels on n'a enlevé qu'une partie du cerveau. Aussi, comme dans ces expériences on ne peut juger des altérations intellectuelles ou instinctives des animaux que par les troubles apportés dans leurs actes habituels, il est très-difficile de bien apprécier les conséquences des mutilations partielles du cerveau.

Flourens, et après lui Longet et M. Vulpian, ont donc pu avec raison prétendre qu'une partie restreinte du cerveau proprement dit suffit pour que les fonctions cérébrales subsistent ; mais, à notre avis, ils n'ont pas le droit d'en déduire que la faculté de juger, de vouloir, est une faculté essentiellement *une*, résidant essentiellement dans un seul organe, et que les lésions partielles et peu profondes ne produisent aucun effet. Pour ces physiologistes, on peut enlever successivement des parties correspondantes des deux lobes cérébraux, sans qu'on puisse découvrir les moindres troubles sous le rapport des fonctions d'innervation centrale, mais sitôt qu'on dépasse une certaine limite, toutes les facultés disparaissent simultanément d'un seul coup.

On a opposé ces faits au système de Gall ; mais, sans vouloir défendre ce système, nous ne croyons pas que ces expériences, à elles seules, puissent complétement le condamner. En effet, quelques cellules cérébrales suffisent pour produire les actes extérieurs de locomotion, de vol, etc. Quant à la limite qu'il ne faut pas dépasser dans les mutilations du cerveau, c'est la région qui fait communiquer le cerveau avec la moelle ; il suffit d'ailleurs, sans rien détruire de la substance cérébrale, de séparer par une section les communications du cerveau avec les autres régions nerveuses, et aussitôt tous les phénomènes intellectuels cessent de pouvoir se manifester.

Mais n'est-ce pas aller trop loin que de conclure de ces faits que toutes les régions cérébrales ne font qu'un seul et même organe, que cet organe a pour centre une région limitée, que les lésions partielles sont insignifiantes, et que toutes les parties cérébrales concourent à un but unique, à une unité de fonctions qui serait, par exemple, comparable à la respiration? Chaque lobe pulmonaire a, en effet, une action locale qui est la même pour tous et dont l'ensemble produit l'hématose. Nous ne croyons pas qu'il en soit de même pour le cerveau, et, dans tous les cas, il est même erroné de dire que des lésions limitées des lobes cérébraux ne produisent pas de troubles intellectuels. Les animaux (grenouilles, canards, pigeons, etc.,) chez lesquels nous avons enlevé une portion des lobes antérieurs présentent beaucoup moins de

vivacité, ils se laissent approcher et saisir facilement, ils se mêlent moins avec les autres, ont un peu d'hébétude.

On a, il est vrai, cité des observations chez l'homme où des lésions d'un hémisphère cérébral n'avaient pas apporté de troubles durables dans les phénomènes intellectuels. Cependant, dans ces cas, il y a eu des troubles réels, et d'ailleurs comment apprécier au juste si un homme est beaucoup moins intelligent qu'auparavant, alors surtout qu'il lui reste encore la plus grande partie d'un organe, dont une portion très-minime suffit pour que toutes les fonctions instinctives soient parfaitement conservées.

Enfin, les faits physiologiques et les observations pathologiques démontrent d'une manière indubitable que les deux hémisphères cérébraux peuvent se suppléer l'un par rapport à l'autre. Cette suppléance est tellement complète que M. Brown-Séquard en a conclu que chaque hémisphère envoyait des nerfs des deux côtés de la moelle, et il s'appuie surtout sur ce fait, que l'ablation ou la destruction pathologique de tout un hémisphère ne détermine souvent aucune paralysie des mouvements volontaires. Il en conclut que l'hémisphère sain est resté en communication avec les deux côtés, et, par conséquent, que chaque hémisphère envoie des fibres nerveuses aussi bien à droite qu'à gauche. Cette conclusion de M. Brown-Séquard est tellement en opposition avec d'autres faits, que nous croyons que les observations sur lesquelles il se fonde peuvent recevoir une explication différente de celle qu'il propose. Il suffit, en effet, de se rappeler que les mouvements d'ensemble, qui sont identiques avec les mouvements volontaires, ne dépendent pas directement du cerveau, mais bien de centres moteurs qui agissent régulièrement, *solidairement*, d'un côté par rapport à l'autre, dès qu'ils sont excités. Le cerveau n'agit que comme excitant spontané ; or, s'il arrive à provoquer l'activité des centres locomoteurs d'un côté, ceux du côté opposé entreront également en action, non par l'influence directe du cerveau, mais parce que les centres locomoteurs voisins avec lesquels ils sont en communication entrent en action. Nous verrons, dans le chapitre suivant, de nombreux faits qui viennent à l'appui de cette manière de voir.

CHAPITRE II.

MOUVEMENTS DE ROTATION.

Les mouvements de rotation se font à la suite de blessures d'une moitié de l'encéphale. Ils ont lieu surtout après la lésion unilatérale des hémisphères cérébraux, des couches striées, des couches optiques, des pédoncules cérébraux, des tubercules quadrijumeaux ou bijumeaux.

Les mouvements de rotation offrent deux types distincts, l'un est un mouvement de manége, l'autre un mouvement de roulement; dans le premier cas, l'animal reste dans son attitude normale, mais il tend toujours à aller d'un côté, et décrit ainsi une circonférence plus ou moins étendue. Dans le second cas, l'animal ne peut guère progresser et se mouvoir ; dès qu'il entre en mouvement, il est entraîné par un mouvement de roulement, il tourne sur lui-même comme une boule.

Avant de montrer comment les faits que nous avons exposés dans le chapitre précédent donnent l'explication de ces phénomènes, nous allons résumer les différentes théories qui ont été proposées, en nous servant de l'étude si judicieuse faite sur ce sujet par M. Vulpian.

Serres et M. Lafargue avaient admis que la rotation a lieu parce que les membres d'un côté sont paralysés et que les membres du côté opposé entraînent le corps. M. Schiff croit que les mouvements de manége sont produits par la paralysie de certains groupes musculaires appartenant les uns à un des membres antérieurs, les autres à l'autre membre antérieur ; pour l'un des membres, les muscles adducteurs seraient paralysés, pour l'autre, les muscles abducteurs, ce qui entraînerait l'animal à dévier toujours dans le même sens. Les membres postérieurs conservant la liberté de leurs mouvements et suivant la direction voulue par l'animal, la résultante serait un déplacement oblique. Quant au mouvement de roulement, il serait dû, d'après M. Schiff, à une paralysie unilatérale des muscles rotateurs de la colonne vertébrale. Cette

paralysie déterminerait une torsion en sens inverse du cou et du thorax, qui entraînerait le reste du corps dans le même sens.

Ces différentes explications ne peuvent être admises, car elles supposent un fait erroné : la paralysie de certains groupes musculaires. D'abord on n'observe que rarement une plus grande faiblesse dans les muscles ; et, en second lieu, la paralysie complète d'un membre ne modifie nullement dans un sens ou dans l'autre les mouvements de rotation. Enfin, chez des animaux qui n'ont pas de membres, tels que les têtards, on obtient les deux mouvements de rotation.

La théorie inverse à celle de M. Schiff et proposée par M. Brown-Séquard est bien plus exacte : elle admet que les lésions de ces centres nerveux donneraient lieu à une contraction tonique spasmodique de certains groupes musculaires.

Gratiolet et M. Leven ont cru pouvoir rattacher les mouvements de rotation au vertige visuel. Cette théorie est complétement opposée aux faits, car les mouvements de rotation ont lieu après l'ablation des yeux et des lobes optiques.

« La théorie, dit M. Vulpian, qui me paraît se rapprocher le plus de la vérité est celle de Magendie et de Flourens. Pour Magendie, dans chacun des pédoncules moyens du cervelet, se trouverait une force qui tend à faire tourner l'animal dans un sens. Dans l'état normal, ces deux forces se contre-balancent ; mais lorsqu'on vient à couper un des pédoncules moyens, la force qu siége dans ce pédoncule cesse d'agir, et la force qui réside dans l'autre pédoncule n'ayant plus de contre-poids contraint l'animal à tourner sans cesse dans un sens déterminé.

» L'opinion de Flourens diffère surtout de celle de Magendie en ce que, au lieu de forces excitatrices, ce sont des forces modératrices, dont il admet l'existencc dans les pédoncules moyens du cervele

» Disons toutefois que rien ne nous paraît plus douteux que l'existence des forces admises par ces deux physiologistes. Magendie surtout a bien abusé de ce mot de *forces*. Pour lui, le cervelet serait le siége d'une force de propulsion. Quand même on remplacerait le mot *forces* par celui d'*action physiologique*, ne serait-

ce pas encore une erreur complète que de se représenter les diverses parties de l'encéphale comme dans une espèce de lutte continuelle, l'une de ces parties tendant toujours à faire aller l'animal en avant, tandis que celle-là le pousserait à se mouvoir en arrière ; le pédoncule cérébelleux droit tendant sans cesse à faire rouler l'animal de gauche à droite, et le pédoncule gauche de droite à gauche.

» Nous ne saurions adopter une pareille manière de voir. Les lésions du pédoncule cérébelleux déterminent évidemment un trouble dans les fonctions de la protubérance annulaire, et je crois que ce trouble est plutôt une excitation de la moitié correspondante de ce renflement encéphalique qu'une paralysie. Par suite de ce trouble naît aussitôt une tendance impérieuse aux mouvements de rotation, une sorte d'impulsion vertigineuse. »

M. Vulpian, en admettant une *tendance impérieuse* et en repoussant l'existence de *forces*, fait certainement un pas de plus dans le domaine positif, mais ce mot même de *tendance* mérite quelques-uns des reproches du mot *forces*, car il n'explique nullement comment se produit le phénomène. Il indique uniquement que du centre nerveux partent des impulsions au mouvement giratoire. Mais quelles sont ces impulsions et comment s'effectue ce mouvement giratoire ? D'ailleurs est-il même bien exact, comme le dit M. Vulpian, « que tous les membres concourent au mouvement de rotation, que chacun d'eux fait des efforts pour effectuer cette rotation, comme s'il s'agissait d'une tâche à accomplir » ? Nous ne le croyons pas ; car, comme nous allons essayer de le démontrer, il n'y a, dans ces mouvements de rotation, qu'une conséquence forcée des modifications apportées par les lésions aux mouvements d'ensemble.

Mouvements de manége.

Les mouvements de manége existent surtout dans les lésions de l'encéphale. Nous avons été assez heureux pour les obtenir d'une manière très-nette, mais sans exagération, chez une grenouille à laquelle nous avions enlevé les lobes cérébraux du côté

droit. Le mouvement de manége se faisait du côté gauche, c'est-à-dire du côté lésé au côté sain.

Ce qui nous a tout d'abord frappé dans l'attitude de cette grenouille, c'est que toute la partie gauche du corps avait le maintien et l'aspect extérieur de la grenouille sans cerveau (fig. 3). La



Fig. 3.

patte de derrière de ce côté est plus rapprochée du corps, elle est ramassée comme nous l'avons vu chez la grenouille sans cerveau (fig. 1) ; la patte de devant est également moins écartée du corps et elle a la position que nous avons vue être constante chez la grenouille sans cerveau.

En même temps, l'animal tout entier penche un peu du côté gauche. Cette inclinaison du corps d'un côté n'est pas constante ni forcée chez les animaux qui n'ont que les mouvements de ma-

nége ; elle est au contraire constante et forcée chez ceux qui ont les mouvements de roulement.

Lorsque cette grenouille nage, on observe la plupart des phénomènes que nous avons indiqués chez la grenouille sans cerveau ; c'est ainsi que lorsqu'on approche sans l'effrayer une planchette ou une baguette de sa patte de devant du côté gauche, aussitôt la patte de derrière vient s'y poser et s'arrête. La solidarité des mouvements existe parfaitement de ce côté du corps, et on la remarque surtout dans les moments où les phénomènes intellectuels n'interviennent pas.

L'attitude de cette grenouille change et même devient inverse lorsqu'on la chloroformise ; le côté gauche qui était le plus ramassé, où les muscles éprouvaient une contraction tonique prédominante sur ceux du côté droit, devient plus faible. Cet effet se prononce de plus en plus, à mesure que l'influence du chloroforme devient plus manifeste, jusqu'au moment où les deux côtés sont complétement pris ; alors la grenouille ne peut plus s'appuyer sur ses pattes de devant, et les pattes de derrière restent étendues, immobiles.

A mesure que l'anesthésie disparaît, la patte du côté sain se replie et se rapproche du corps, celle du côté opposé restant encore étendue. Puis cette dernière se replie également ; l'attitude des deux côtés est alors identique, mais, lorsque l'état normal est revenu, les membres du côté en relation avec la lésion cérébrale sont de nouveau plus ramassés et font pencher le corps dans leur sens.

Il y a donc une influence directe des centres nerveux sur ces contractions toniques. Cette expérience prouve de plus que les lobes cérébraux sont influencés en dernier lieu par les anesthésiques, et que ce sont eux qui reviennent également le plus promptement à l'état normal.

Chez cette grenouille, nous avons encore, d'un côté, l'influence des lobes cérébraux, mais, de l'autre côté, les centres locomoteurs ont une indépendance complète, et ils agissent seuls sur les mouvements qui ont lieu de ce côté du corps. Qu'arrive-t-il alors lorsque l'animal se meut ? Du côté sain, les mouvements se font

selon le désir de la volonté, ils sont limités au but voulu par l'animal ; mais, de l'autre côté, ils se font en masse, d'une manière automatique, invariable ; ils entraînent, par conséquent, l'animal de leur côté, en même temps que la régularité mathématique de leurs contractions devient, pour ainsi dire, un centre dynamique pour les mouvements du côté opposé, qui sont moins réguliers. On s'explique ainsi le mouvement de manége, le côté en relation avec la lésion cérébrale étant à l'intérieur du cercle parcouru par l'animal. C'est pour cela aussi que, surtout pour les mouvements de manége, et principalement lorsque la circonférence est un peu grande, la rotation n'a lieu que lorsque l'animal veut se déplacer, et très-souvent même ne commence qu'après les premiers instants de locomotion.

Maintenant plusieurs cas peuvent se présenter, mais tous reviennent aux deux conséquences suivantes : l'influence cérébrale est abolie, ce qui détermine l'indépendance absolue des centres locomoteurs des autres parties encéphaliques, indépendance qui se traduit par un ensemble de mouvements forcés et automatiques ; ou bien, les centres locomoteurs sont excités par une tumeur, une piqûre, etc., et alors leur dépendance vis-à-vis de lobes cérébraux cesse momentanément, malgré les communications anatomiques qui existent encore. C'est surtout dans ces cas que l'entraînement au moment de la lésion devient invincible et force l'animal à se mouvoir. Les centres locomoteurs entrent en activité, et aussi longtemps que l'excitation dure, l'animal est soumis d'une manière irrésistible à l'influence de ces centres. Ni la volonté, ni les émotions les plus grandes, ni même des obstacles physiques, n'empêchent les membres de se contracter et de se mouvoir.

Un chasseur nous a raconté le fait suivant qui, sous ce rapport, nous paraît très-intéressant. De très-loin il avait tiré sur des canards sauvages qui étaient sur l'eau ; l'un de ces canards ne put s'envoler et resta sur l'eau tournant en cercle d'une manière vertigineuse. Ce canard était parfaitement vivant, il n'avait reçu qu'un très-petit grain de plomb et peu profondément d'un côté de la tête ; il n'avait absolument aucune blessure en aucun autre endroit du corps. Or,

ce qu'il y a de curieux dans ce fait, et ce qui a beaucoup étonné le chasseur, c'est que ce canard ne pouvait pas s'envoler, et cependant ni la volonté, ni les moyens ne lui manquaient, et même il ne pouvait pas plonger, ce que font d'ordinaire les canards sauvages lorsqu'ils sont blessés et qu'ils ne peuvent s'envoler ; malgré l'approche du chien et l'action évidemment très-énergique que son cerveau cherchait à exercer à ce moment sur ses mouvements extérieurs, il ne pouvait que nager à la surface de l'eau et avec un mouvement forcé de rotation.

Lorsque la lésion porte sur les deux côtés de l'encéphale, quelques-uns de ces phénomènes s'observent également ; seulement, comme la mise en activité des deux côtés est la même, l'animal se meut en ligne droite. Chez un jeune chat, nous avons, avec notre ami Ch. Legros, injecté du mercure par une ouverture faite au moyen du trépan dans la partie supérieure du crâne. Au premier moment, l'animal fut comme étourdi ; il resta calme et affaissé sur lui-même. Au bout de quelque temps, le mercure étant arrivé par son propre poids jusqu'à la base du crâne, l'animal se lève, s'élance droit devant lui jusqu'à la muraille, fait de vains efforts pour aller plus avant, dévie d'un côté et recontinue aussitôt sa course jusqu'à ce qu'il rencontre un nouvel obstacle, et ainsi de suite. Il ne s'arrête qu'épuisé et tombe de lassitude, et alors encore, jusqu'à sa mort par compression du bulbe, ses membres se mouvaient sans interruption et d'une manière irrésistible.

Chez un homme chez lequel l'autopsie n'a pas été faite, mais chez lequel il y avait incontestablement tous les symptômes d'une tumeur crânienne, nous avons observé des phénomènes presque identiques avec ceux que présentait ce jeune chat. Quand il avait une crise (vers la fin de sa vie, ces crises se rapprochaient de plus en plus), il se levait l'œil hagard et marchait droit dans sa chambre, et n'étant pour ainsi dire guidé que par des actions réflexes de locomotion d'habitude. Après sa crise, il ne se souvenait nullement d'avoir marché.

Il est de toute évidence que dans ces différents cas il ne peut être question de paralysies, et que les phénomènes sont le résultat de l'excitation des centres locomoteurs. Ces centres, si l'influence

du cerveau est abolie, et s'ils n'éprouvent pas d'irritation directe, n'agissent que lorsqu'ils sont sollicités à l'activité par les mouvements imprimés au côté opposé, et alors l'ensemble des mouvements est forcé et automatique, mais régulier et sans exagération. Le résultat est un mouvement de manége à circonférence étendue, mouvement qui n'a lieu que lorsque l'animal se déplace.

Si les centres, au contraire, sont directement excités, l'entraînement est forcé, irrésistible, et l'animal est obligé de se mouvoir dans le sens imprimé par ces centres.

Mouvements de roulement.

Pour bien comprendre le mouvement de roulement, il faut d'abord que nous exposions quelques faits sur lesquels on n'a guère insisté jusqu'à présent et que l'on observe chez les animaux en repos.

Dans les lésions des centres crâniens, dès qu'on lèse une partie quelconque de l'isthme encéphalique, l'animal n'a plus le même maintien extérieur, il penche d'un côté ou de l'autre, selon le côté où la lésion a été faite. Tous les muscles de ce côté sont alors dans un état de contraction tonique permanente.

La grenouille représentée figure 1, chez laquelle on n'a enlevé que les lobes cérébraux des deux côtés, est remarquable par la régularité et la symétrie de la position de ses membres. Placée dans l'eau (fig. 2), elle reste à la surface, et le côté droit est absolument au même niveau que le côté gauche. Mais si, sur cette même grenouille ou sur toute autre, on lèse le cervelet d'un côté, que les lobes cérébraux soient intacts ou qu'ils étaient enlevés, aussitôt le maintien extérieur devient celui qui est représenté figure 4. Chez cette grenouille, le cervelet a été détruit du côté droit, et, instantanément, le côté droit tout entier a éprouvé une contraction tonique permanente; les membres sont ramassés près du corps, et le corps tout entier penche du côté droit. Cette attitude est tellement régulière dans ces lésions, que l'on peut à la simple vue affirmer le mouvement de roulement et indiquer le sens de ce roulement.

Le côté opposé a également une attitude constante et typique;

l'éloignement du membre antérieur du thorax existe toujours comme il est représenté figure 4.

Lorsque cette grenouille est placée dans l'eau, elle tourne sur

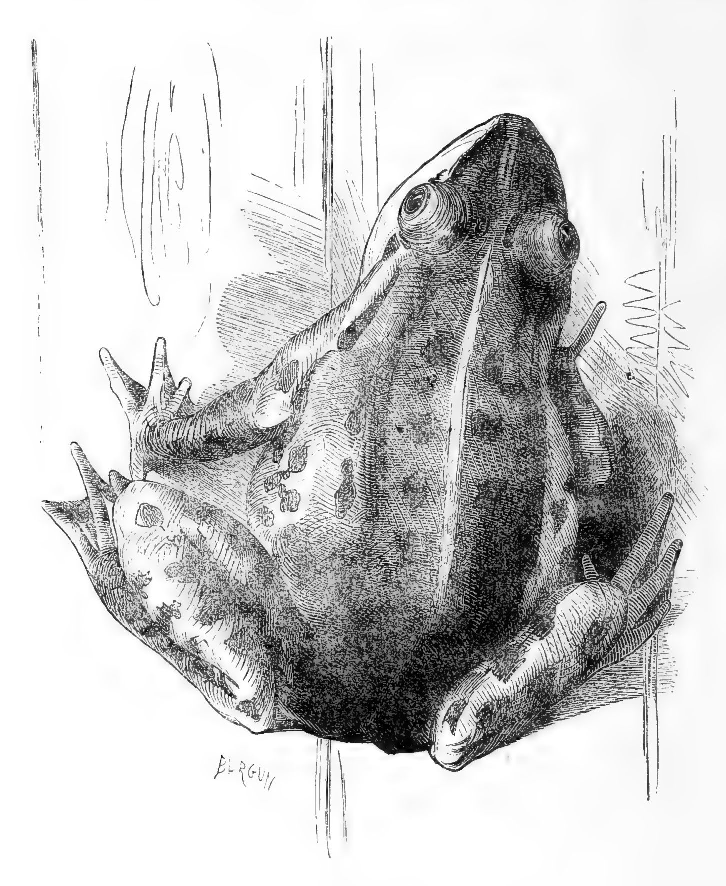


Fig. 4.

elle-même, le côté droit servant pour ainsi dire d'axe des mouvements. Lorsqu'elle est au repos dans l'eau, elle prend l'attitude représentée figure 5. La moitié droite du corps tend à tomber au fond de l'eau, les membres de ce côté ne peuvent jamais être de niveau avec ceux du côté opposé. Ces derniers, au contraire, surtout lorsque les lobes cérébraux sont enlevés des deux côtés, surnagent et contre-balancent l'influence du côté opposé; la patte

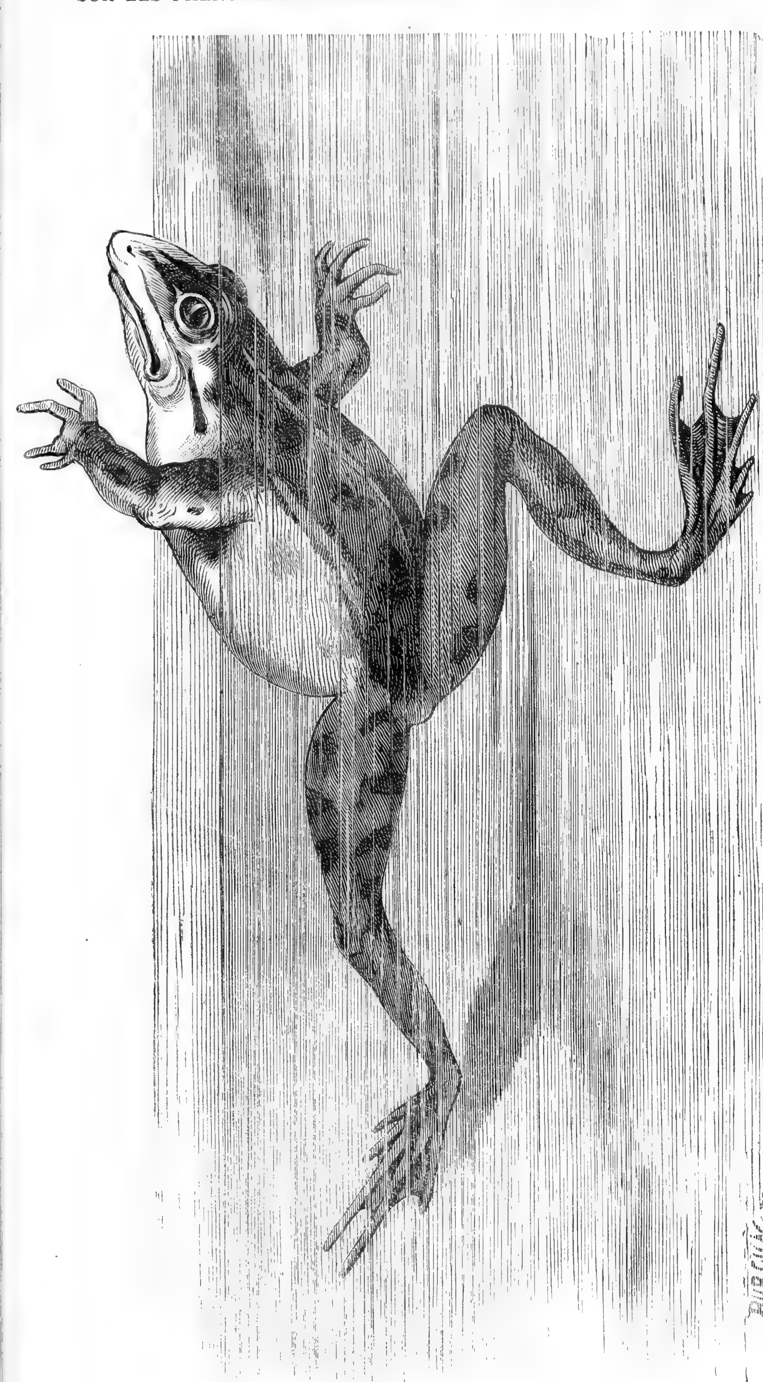


Fig. 5.

de derrière du côté non lésé reste étendue, et reste toujours à un niveau plus élevé que celle de l'autre côté; la patte de devant sort de l'eau, ainsi que la partie antérieure du corps.

Les membres du côté lésé ne présentent pas, en réalité, de paralysie, mais néanmoins leurs mouvements sont plus limités; ils ne sont plus aussi étendus, ni aussi variés, et leurs actions ne coïncident plus exactement avec celles du côté sain.

Si au lieu de piquer ou de léser profondément un seul côté de l'isthme encéphalique, on pique ou on lèse ces centres nerveux de chaque côté, un peu au-dessus du bulbe, on obtient une contrac-

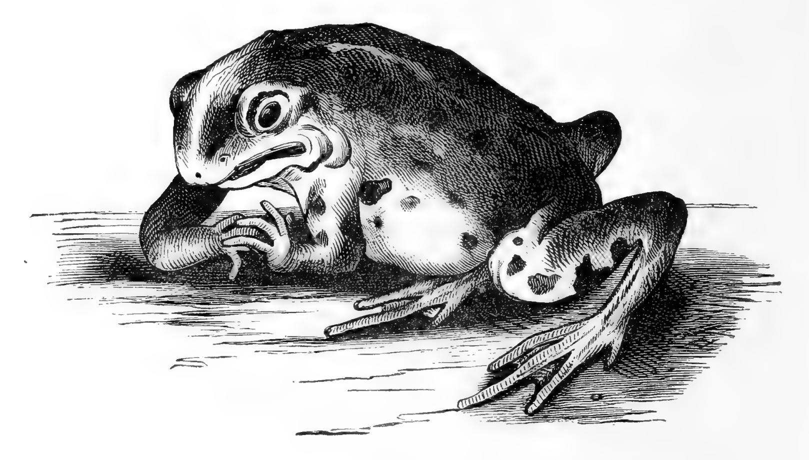


Fig. 6.

tion tonique des deux côtés du corps, et la grenouille prend l'attitude représentée figure 6, attitude due sans aucun doute à une contraction tonique des muscles de tout le corps. Mise dans l'eau, cette grenouille tombe au fond de l'eau et y reste immobile.

En considérant successivement l'attitude que prennent les grenouilles depuis la figure 1 jusqu'à la figure 6, on voit parfaitement que dès qu'on dépasse les lobes cérébraux, toute lésion des autres parties encéphaliques amène une sorte de contraction tonique des groupes musculaires correspondant avec le côté lésé. Plus la lésion est située plus près du bulbe, plus ce phénomène est prononcé, et plus aussi la grenouille penche d'un côté. Chez les mam-

mifères, cette attitude existe également, mais sur le sol ces phénomènes sont moins faciles à bien étudier que chez les animaux qui peuvent être placés dans l'eau.

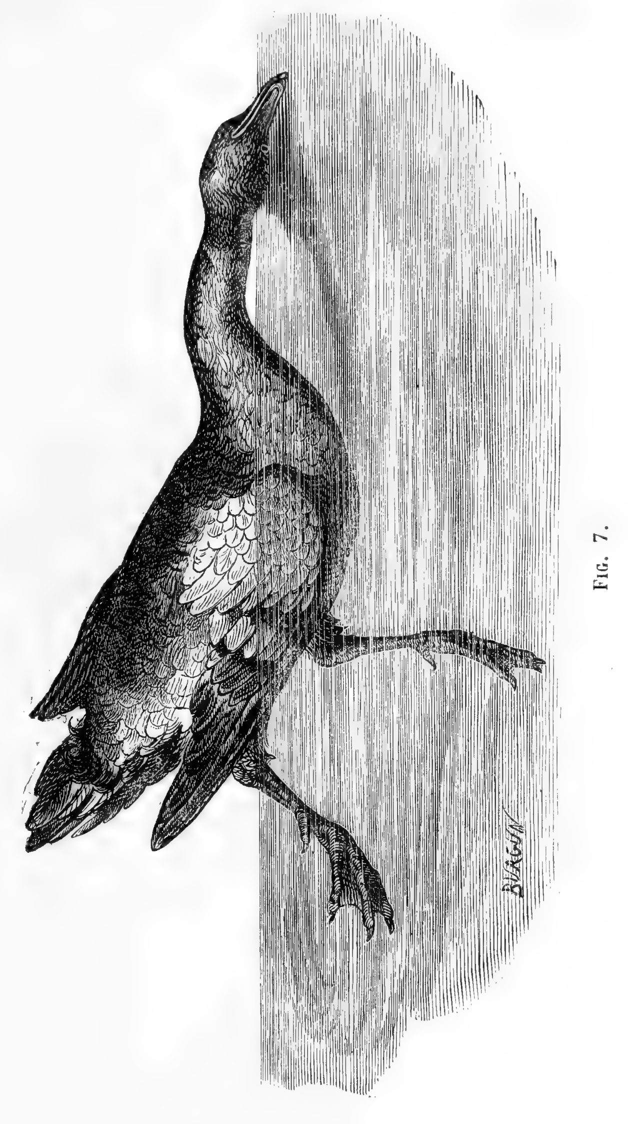


Fig. 7.

Chez les oies et les canards (fig. 7), en piquant ou en coupant les pédoncules du cervelet, on peut très-bien observer des phé-

nomènes analogues à ceux que l'on voit chez les grenouilles. Lorsqu'on enlève le cervelet des deux côtés, il n'y a pas de mouvement de rotation, mais l'animal plonge dans l'eau plus profondément.

Chez le canard intact, le thorax pénètre, par exemple, dans l'eau, de 2 à 3 centimètres ; chez le canard privé de son cervelet, il pénètre, au contraire, de 4 à 5 centimètres ; comme pour la grenouille, on dirait que l'animal est plus pesant. Si la lésion ne porte que sur un côté, c'est ce côté qui descend plus profondément dans l'eau, en même temps la patte de ce côté est plus perpendiculaire, la cuisse est plus fléchie, le cou est tordu sur lui-même. Chez l'oie représentée figure 7, nous avons lésé le cervelet du côté gauche, et l'animal avait un mouvement de rotation vers le côté gauche.

Pour nous, ces phénomènes sont dus à une excitation des centres locomoteurs, et avec M. Brown-Séquard nous croyons que les lésions de certains points de l'encéphale engendrent un état durable d'irritation, d'où naît, soit directement, soit plutôt par action réflexe, une contraction tonique de certains groupes musculaires. M. Vulpian objecte à cette théorie, que l'on peut redresser la tête d'un animal qui offre des mouvements impétueux de roulement, la tourner même et la maintenir tournée en sens inverse de sa torsion primitive, et la rotation de l'animal n'en a pas moins lieu. De plus, on peut couper tous les muscles qui concourent à cette torsion de la tête, sans abolir non plus le mouvement de rotation. Cette objection ne nous paraît pas fondée, car elle ne considère que l'influence des muscles du cou, et ne tient aucun compte des autres muscles ; or, le mouvement de roulement se fait surtout par les muscles du thorax. On peut, en effet, couper les muscles du cou, ou bien paralyser les muscles des membres inférieurs ou postérieurs, et le mouvement de roulement se fait encore.

Il est très-facile de se rendre compte de cette influence des muscles du thorax, en faisant soi-même des mouvements de natation.

Cette expérience, très-facile, nous donne en même temps la

preuve que la simple paralysie ou le manque de fonctionnement d'un côté ne donne pas lieu à des mouvements de rotation. Si l'on nage d'un seul bras et d'une seule jambe du même côté, on ne dévie nullement et l'on avance en ligne droite; mais si l'on fait contracter les muscles du thorax d'un côté, aussitôt on penche dans l'eau, dans ce sens. Si l'on augmente cette contraction, et si on laisse cette contraction vous entraîner un peu plus, on arrive à être complétement couché sur un des côtés, et à ce moment il survient un mouvement de roulement presque instinctif qui vous fait prendre spasmodiquement la position normale. C'est à beaucoup près ce qui se passe chez les animaux qui ont des mouvements de roulement.

Par la lésion encéphalique, ces animaux sont amenés à pencher fortement d'un côté, attitude qu'ils ont d'ailleurs même au repos; au moindre mouvement, ils arrivent à être entraînés sur le dos; aussitôt spasmodiquement, tous les membres y concourant, ils cherchent à se relever; mais à peine relevés, l'entraînement du côté lésé se reproduit, et comme il y a déjà une vitesse acquise, ce mouvement d'ensemble dépasse l'attitude normale, ramène l'animal sur le côté et sur le dos; aussitôt il cherche à se remettre sur ses membres, se relève, est de nouveau entraîné d'un côté, et ainsi de suite.

Nous avons vu et insisté sur ce fait, c'est que tous les animaux ne peuvent, les lobes cérébraux étant enlevés, rester couchés sur le dos. Toujours et forcément, ils cherchent à reprendre leur attitude normale, et, par conséquent, dès qu'ils sont déviés de cette position, tous les efforts ont lieu dans le but de se remettre en équilibre sur leurs membres. C'est à ce moment que les quatre membres agissent dans le même sens, et que l'on peut supposer qu'ils concourent tous à l'exécution du mouvement giratoire. Mais il faut bien le remarquer, et cela est souvent très-visible, surtout chez les grenouilles, il y a deux temps dans le mouvement de roulement : le premier, dû uniquement aux muscles du côté lésé, qui fait pencher l'animal et le renverse légérement; le second, dû au concours de tous les membres qui, dès que l'animal se renverse, lui fait faire un demi-tour, et cherche à

le ramener dans son attitude normale et forcée. Le premier temps, surtout lorsque la lésion est ancienne, est plus lent, moins régulier; le second est rapide et spasmodique. Le premier est la conséquence de la lésion, le second est la conséquence du fonctionnement régulier de tous les centres nerveux; et, pour bien exprimer cette pensée, nous dirons que chez un animal auquel on n'aurait enlevé que les lobes cérébraux, on obtiendrait un mouvement de roulement, si, dès que l'animal s'est relevé, on le renversait sur le dos; la force extérieure remplacerait, dans ce cas, l'action produite par la lésion de l'isthme encéphalique.

Les mouvements de roulement ne se font pas toujours du côté de la lésion; l'effet est quelquefois croisé; par contre, l'effet croisé existe presque toujours pour les mouvements de manége, et cela s'explique parfaitement, d'après la théorie que nous avons proposée (les communications du cerveau avec les autres centres nerveux étant entrecroisées, et celles du cervelet étant directes). Dans quelques cas, il y a des mouvements de recul, mais, en général, ces mouvements ne sont pas bien durables. Ils sont dus probablement à une contraction tonique des muscles du dos. Chez une oie qui était affaissée après une lésion cérébrale, nous avons amené une sorte de redressement de l'animal en enlevant une petite portion de la partie supérieure et postérieure du cervelet. Quoique cette oie marchait en avant, elle avait une tendance à tomber en arrière et se tenait tout le temps droite, le cou élevé et la tête attirée en haut et en arrière. Chez les grenouilles, nous avons observé trois fois des mouvements de recul, mais ils n'ont jamais été que très-passagers.

Ces mouvements, s'exécutant dans divers sens, ne sont nullement en contradiction avec les explications que nous avons données. Quant aux mouvements de rotation causés par les lésions des organes des sens (lésions des canaux semi-circulaires du nerf auditif), ils peuvent s'expliquer par une influence réflexe amenant l'excitation des centres locomoteurs.

Nous croyons donc avoir démontré, et c'était là notre but, que chez l'animal privé de ses lobes cérébraux, l'intégrité des mouvements d'ensemble est parfaite, qu'elle est due à l'action de cen-

tres locomoteurs dont la mise en activité est fatale et toujours la même après certaines excitations; de plus, que dans ces conditions il y a une solidarité complète et forcée des mouvements et une nécessité pour les membres de concourir tous au maintien de l'équilibre; enfin, que les mouvements de rotation sont dus à un trouble dans l'équilibre qui existe entre ces différents centres locomoteurs.

Nous n'avons pas voulu sortir des recherches purement physiologiques, mais nous sommes persuadé que l'application de ces faits aux cas pathologiques et même aux lois psychologiques peut être d'un grand secours. Il se passe, en effet, dans les fonctions du cerveau, quelque chose d'analogue à ce que nous avons vu exister pour les autres centres encéphaliques; malheureusement pour l'étude des phénomènes intellectuels, l'expérimentation sur les animaux ne peut donner que des renseignements très-restreints. Mais c'est dans la comparaison de ces différents phénomènes, en prenant pour guides des lois découvertes pour les autres centres nerveux, que l'on peut, à notre avis, espérer connaître dans ses détails et dans ses divers modes le fonctionnement cérébral.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

ANATOMIE NORMALE.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE.

PHYSIOLOGIE NORMALE.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

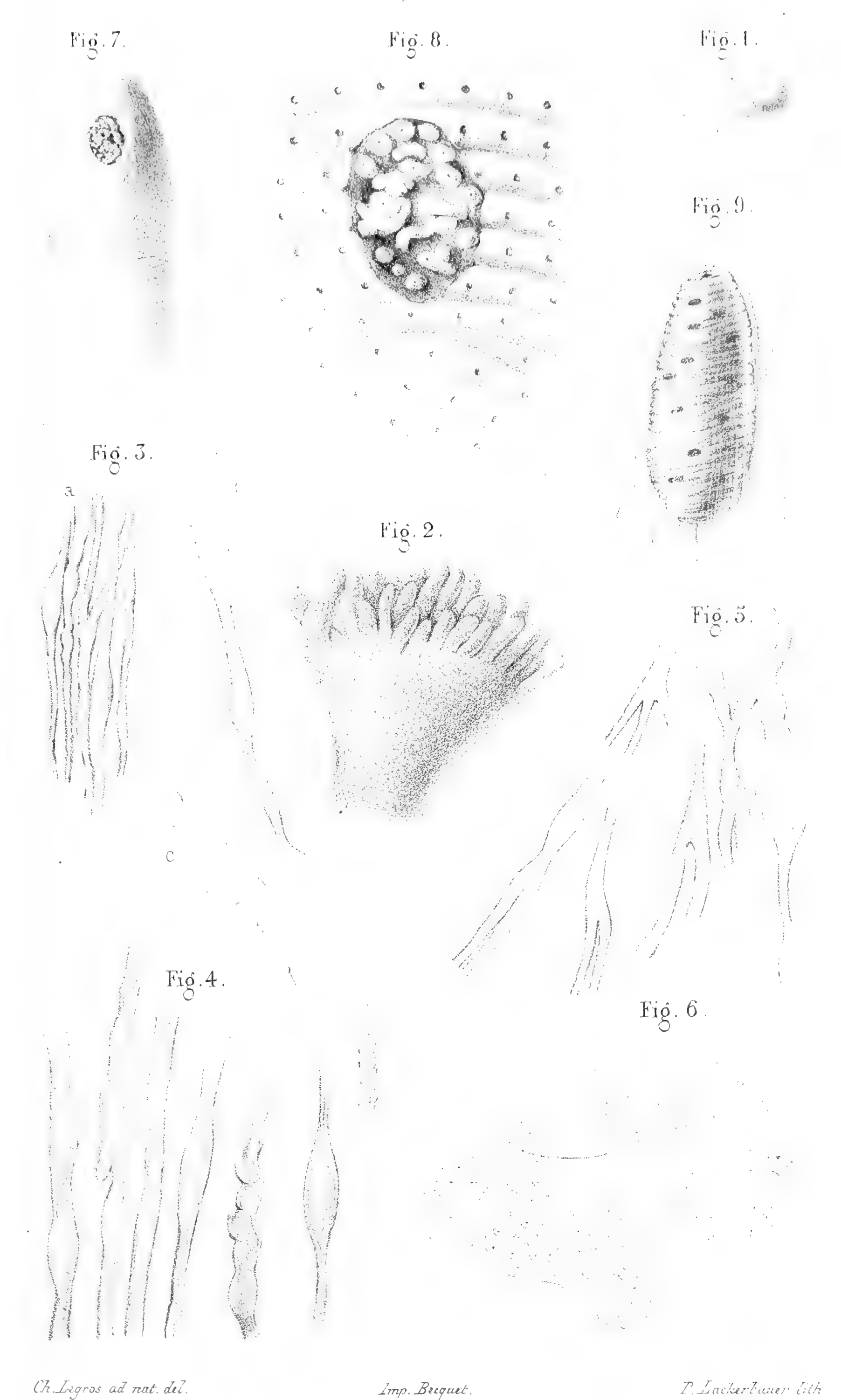
TABLE DES AUTEURS.

FIN DE LA TABLE DES AUTEURS.

TABLE DES PLANCHES.

FIN DE LA TABLE DES PLANCHES.

Paris. — Imprimerie de E. Martinet, rue Mignon, 2.

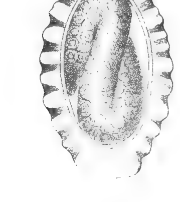


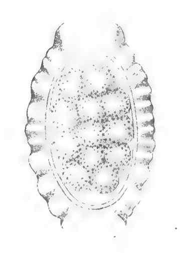
Ch. Legros ad nat. del. *Imp. Becquet.* *P. Lackerbauer lith.*

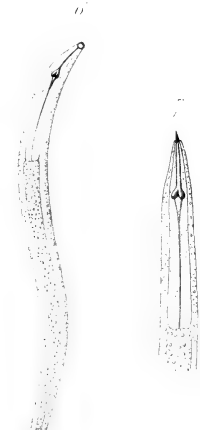
Névromes.

Germer Baillière, Libraire à Paris.



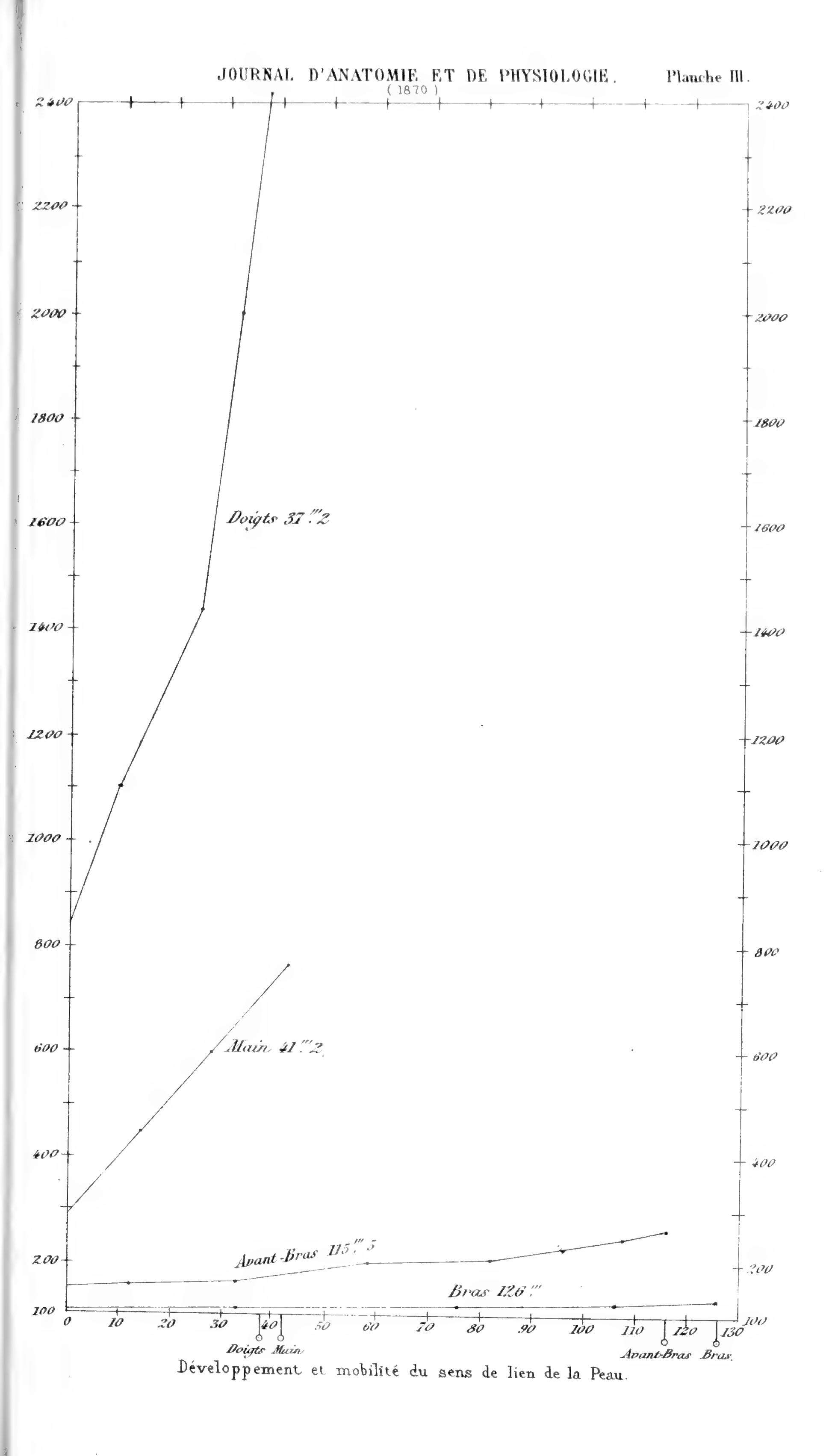






Oeuf et Embryon du Strongle géant

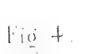
Librairie Germer Baillière.



Développement et mobilité du sens de lieu de la Peau.

Fig. 1.

Fig. 4.



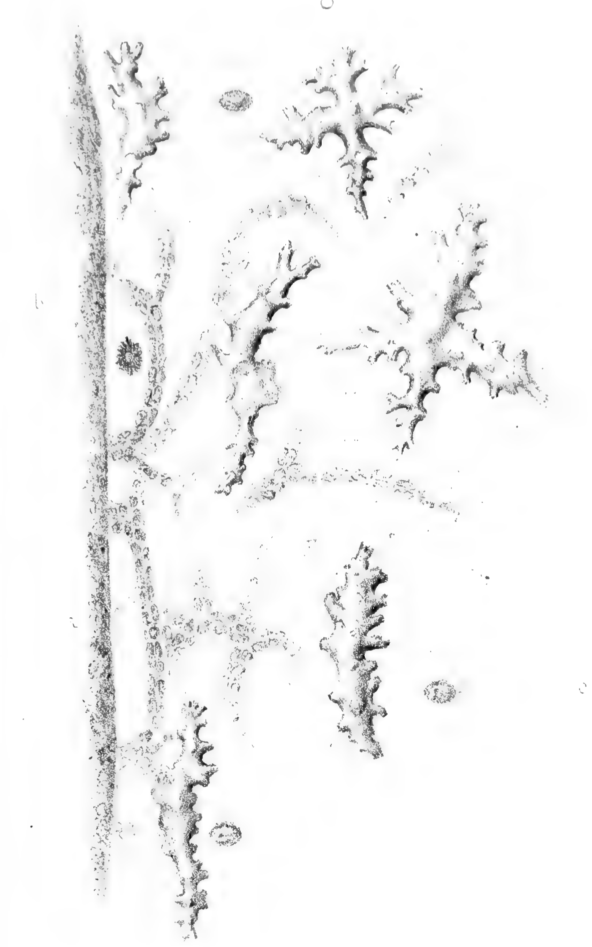


Fig. 5.

Fig. 2.

Fig. 3.

Myèvre et Pouchet del. Imp. Becquet. P. Lackerbauer lith.

Anatomie des Alcyonaires.

Germer Baillière, Libraire à Paris.

Fig. 6.

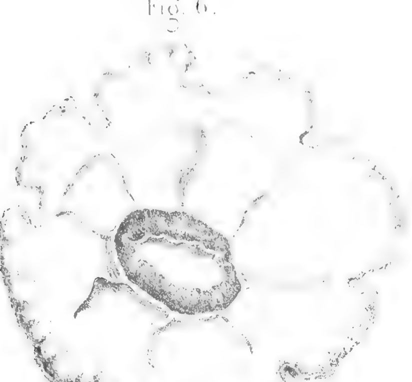


Fig. 7.

Fig. 7ª

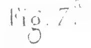
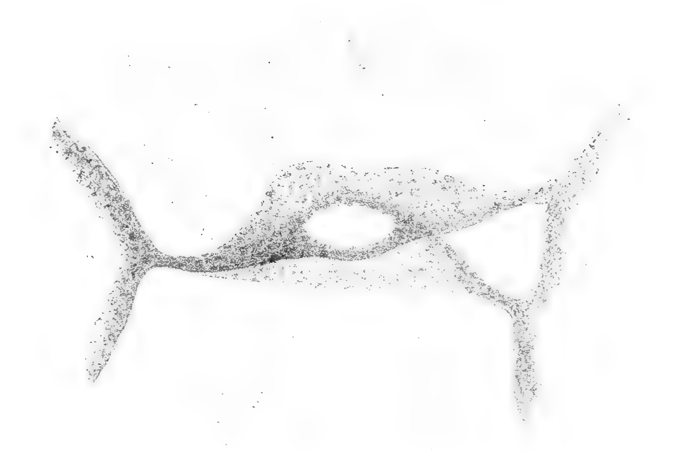


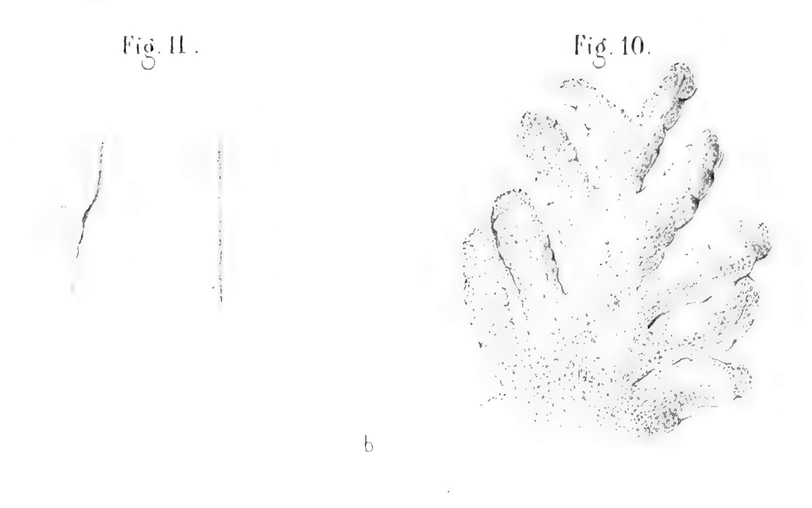
Fig. 8.

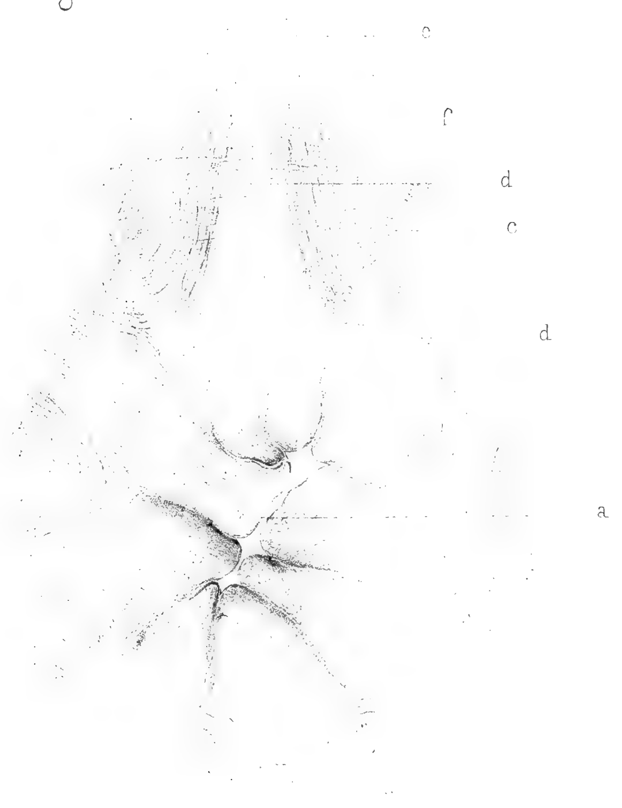


Myèvre et Pouchet del.

Anatomie des Alcyonaires.

Germer Baillière, Libraire à Paris.

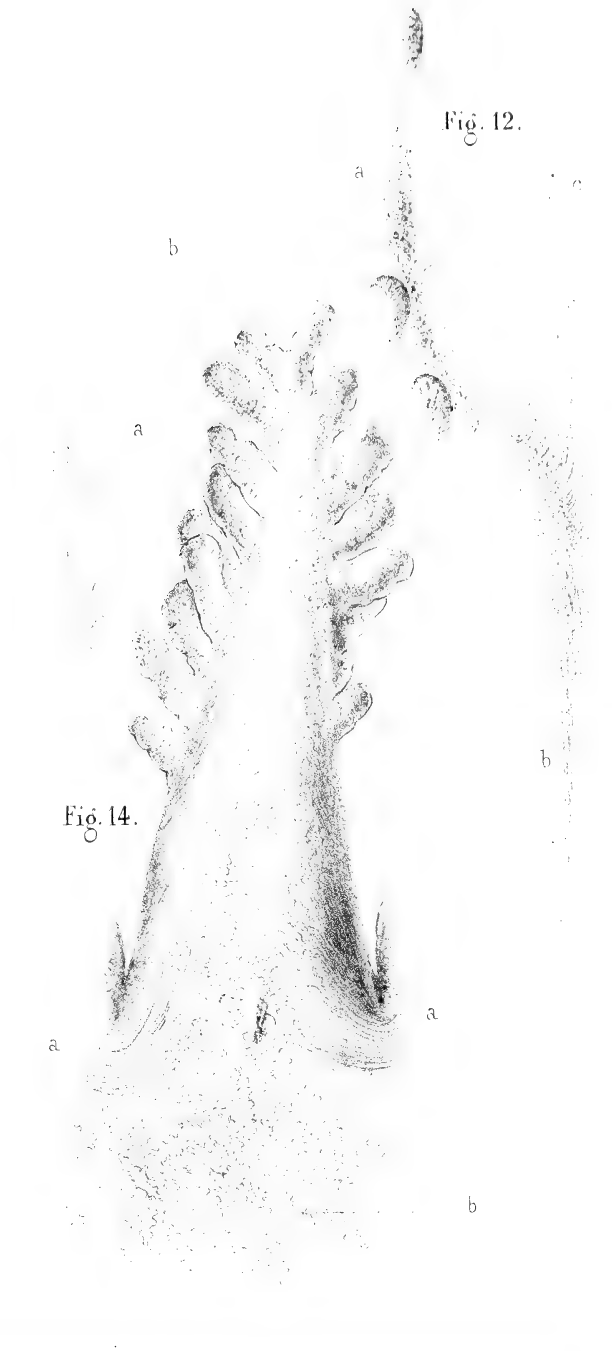




Myèvre et Pouchet del. *Imp. Becquet.* *P. Lackerbauer lith.*

Anatomie des Alcyonaires.

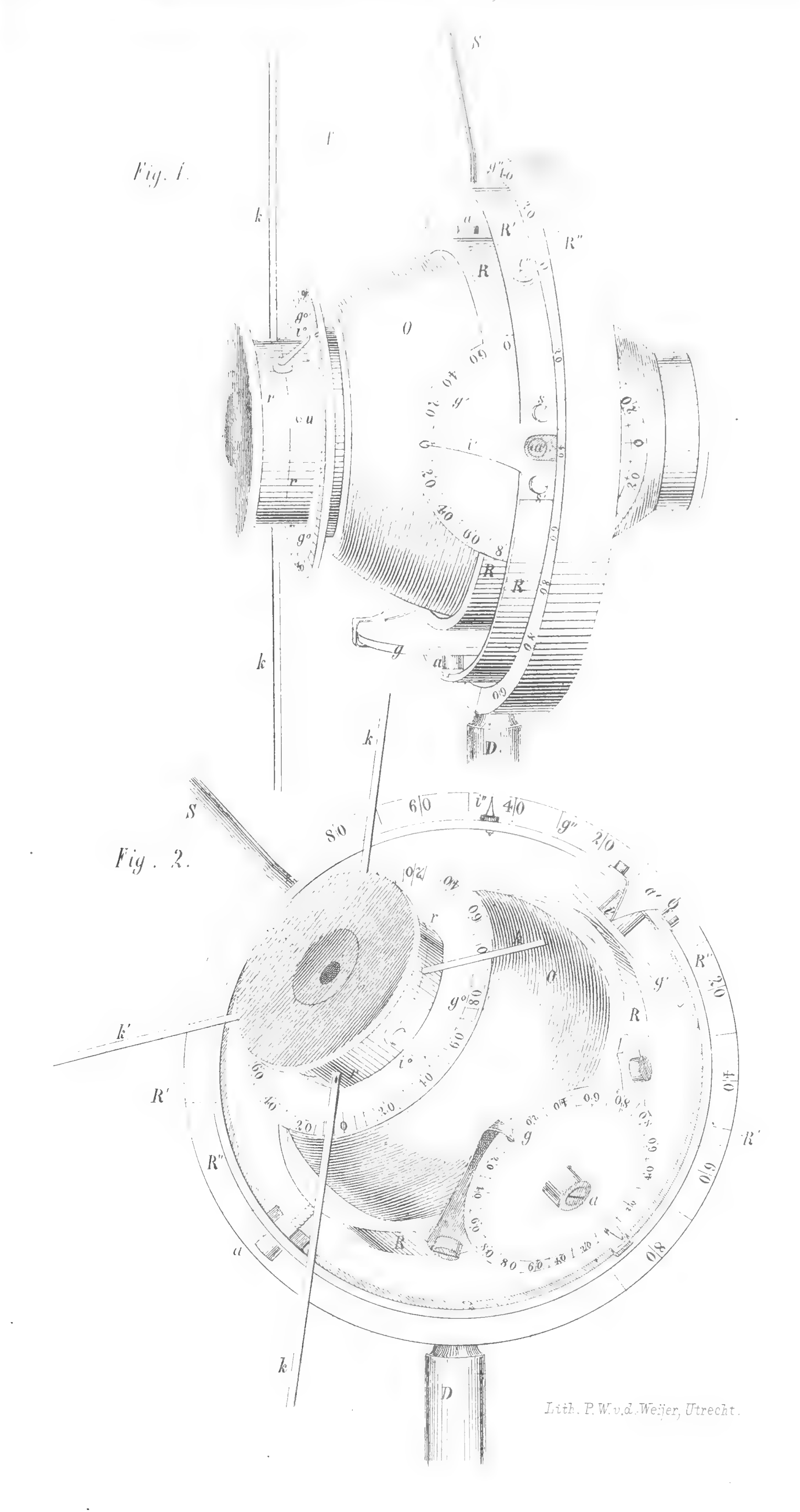
Germer Baillière, Libraire à Paris.

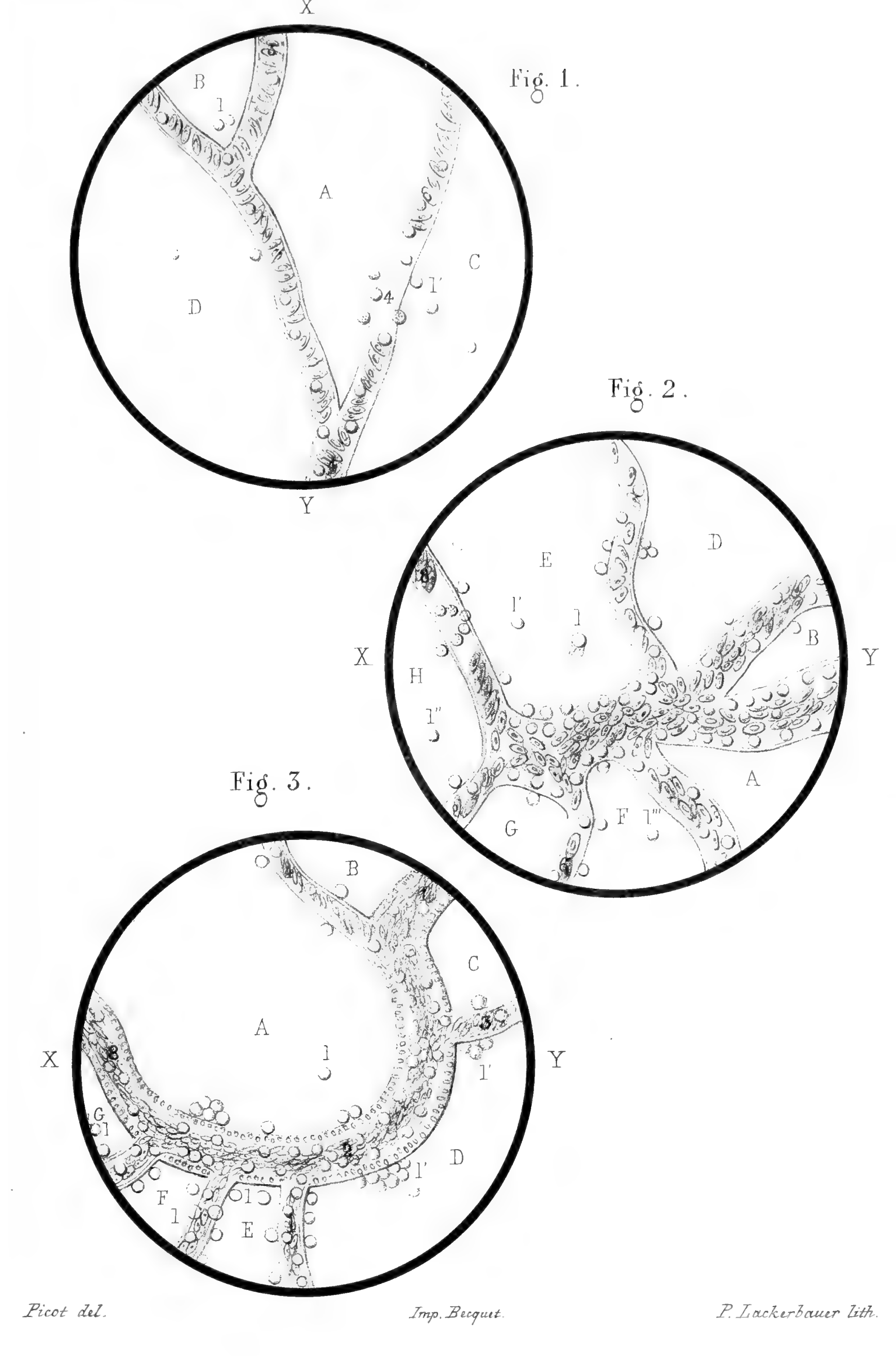


Mérore et Pouchet del. Imp. Becquet. P. Lackerbauer lith.

Anatomie des Alcyonaires.

Germer Baillière Libraire à Paris.

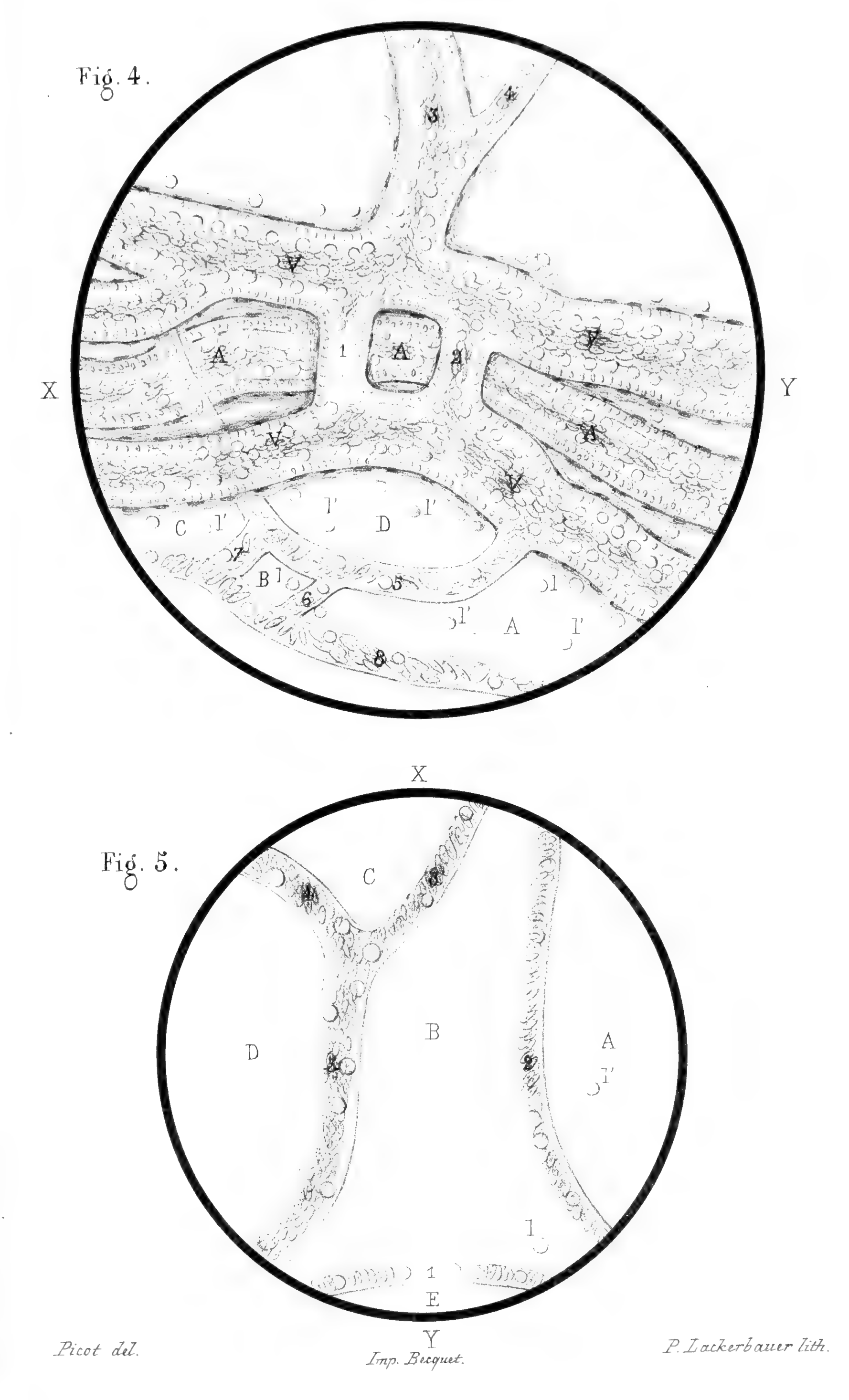

Fig. 1.
Fig. 2.
Lith. P. W. v. d. Weijer, Utrecht.



Picot del. Imp. Becquet. P. Lackerbauer lith.

Passage des leucocytes à travers les parois vasculaires.

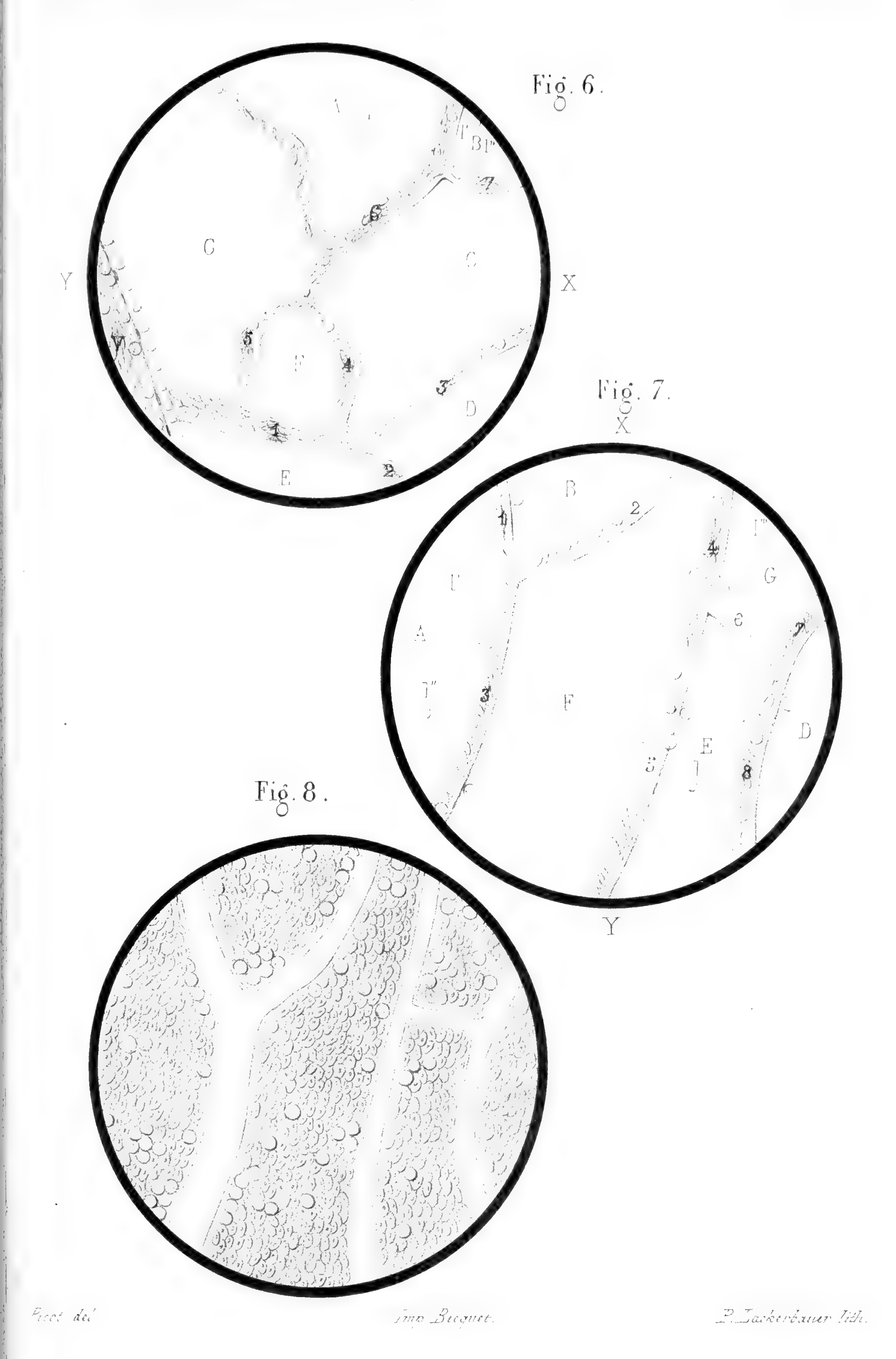
Germer Baillière, Libraire à Paris.



Picot del. *Imp. Becquet.* *P. Lackerbauer lith.*

Passage des leucocytes à travers les parois vasculaires.

Germer Baillière, Libraire à Paris.



Picot del. Imp. Becquet. P. Lackerbauer lith.

Rapport des leucocytes avec les capillaires.

Germer Baillière, Libraire à Paris.

Fig. 9.

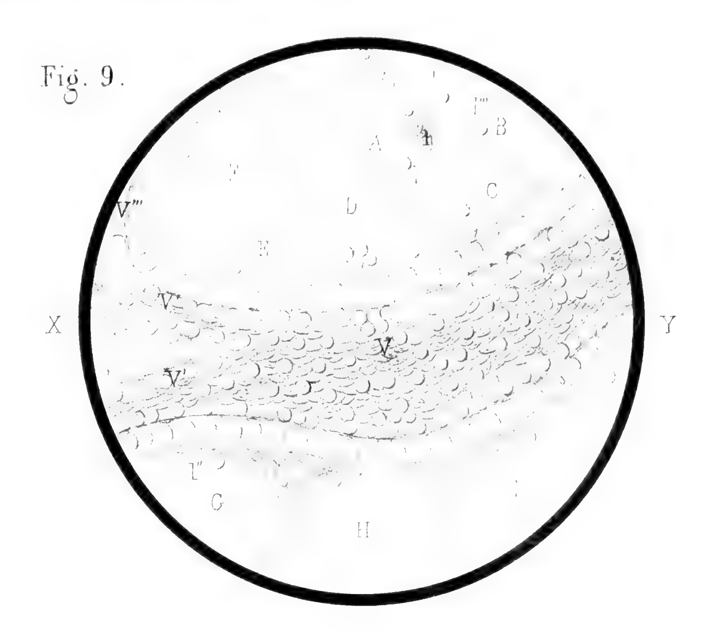
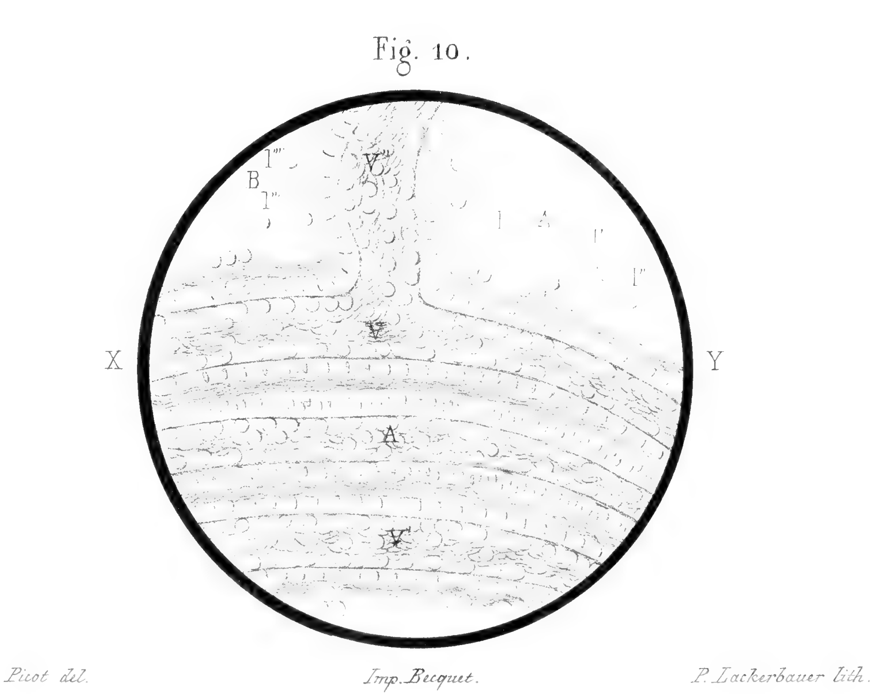


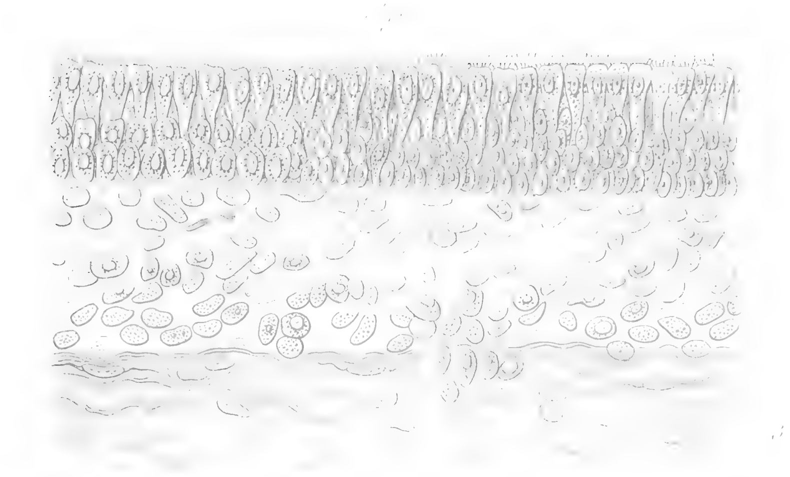
Fig. 10.



Picot del. *Imp. Becquet.* *P. Lackerbauer lith.*

Rapport des leucocytes avec les capillaires.

Germer Baillière, Libraire à Paris.



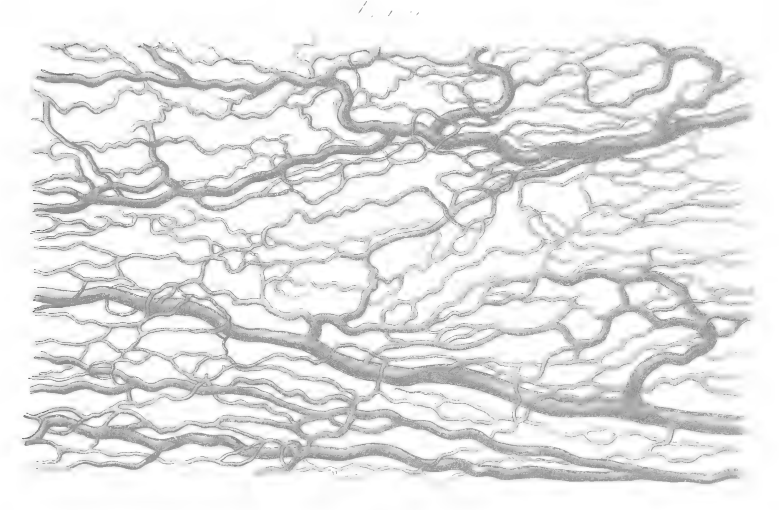
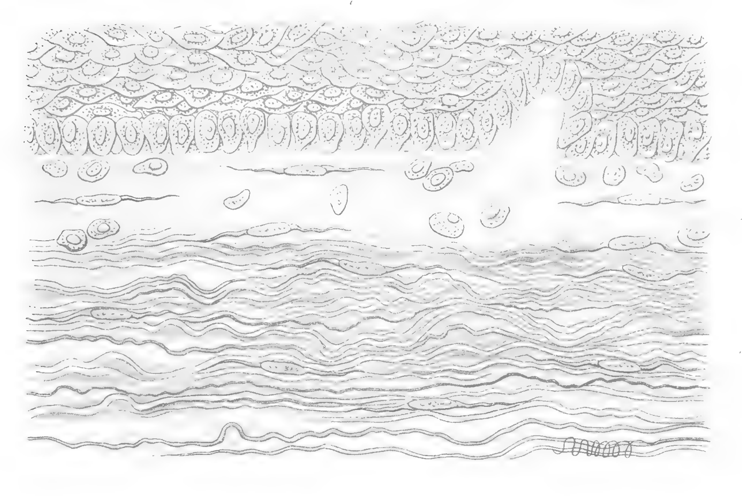


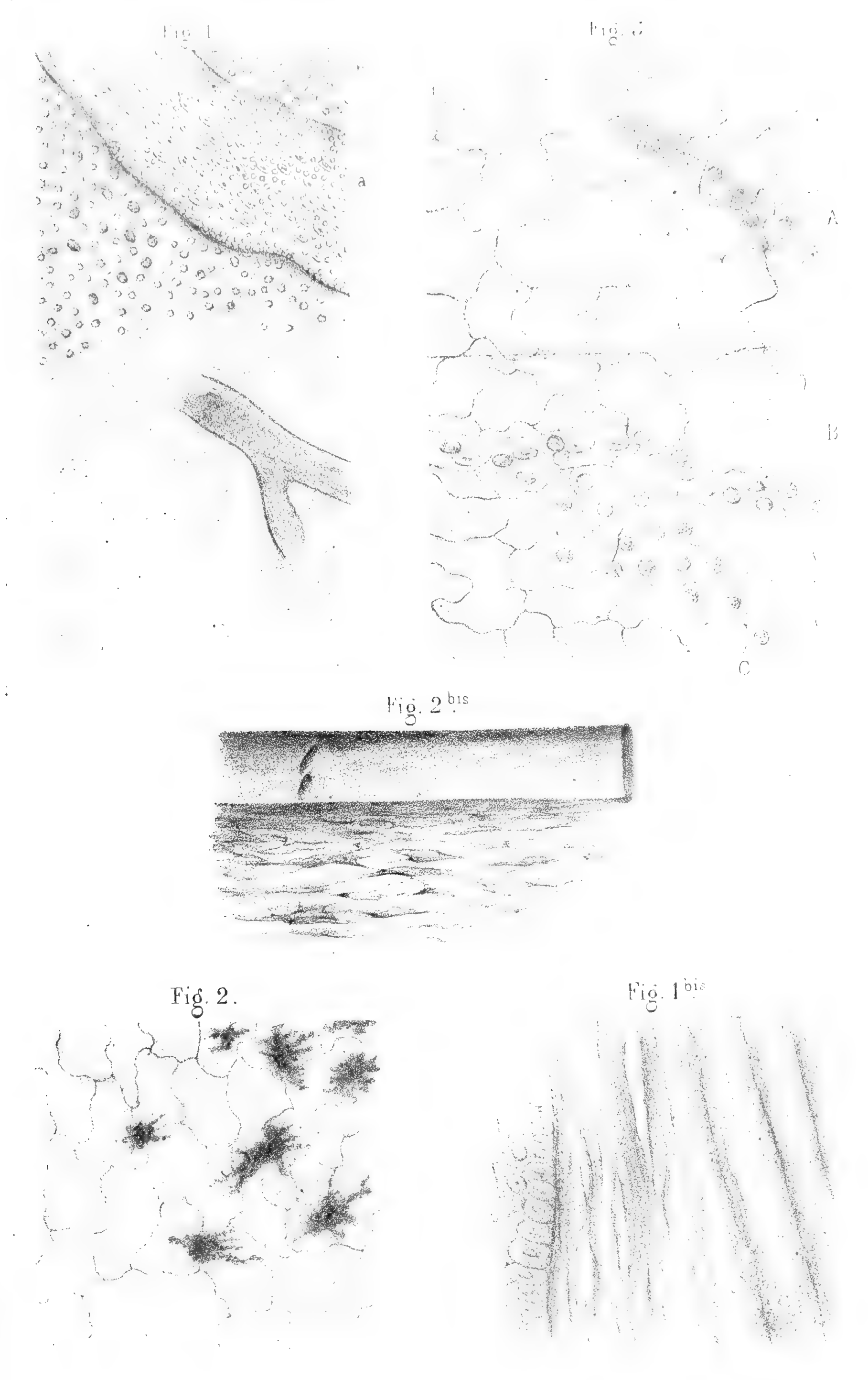
Fig. 3



Imp. Ch. Chardon aîné, Paris.

La muqueuse de la cavité du Larynx

Librairie Germer Baillière, Paris

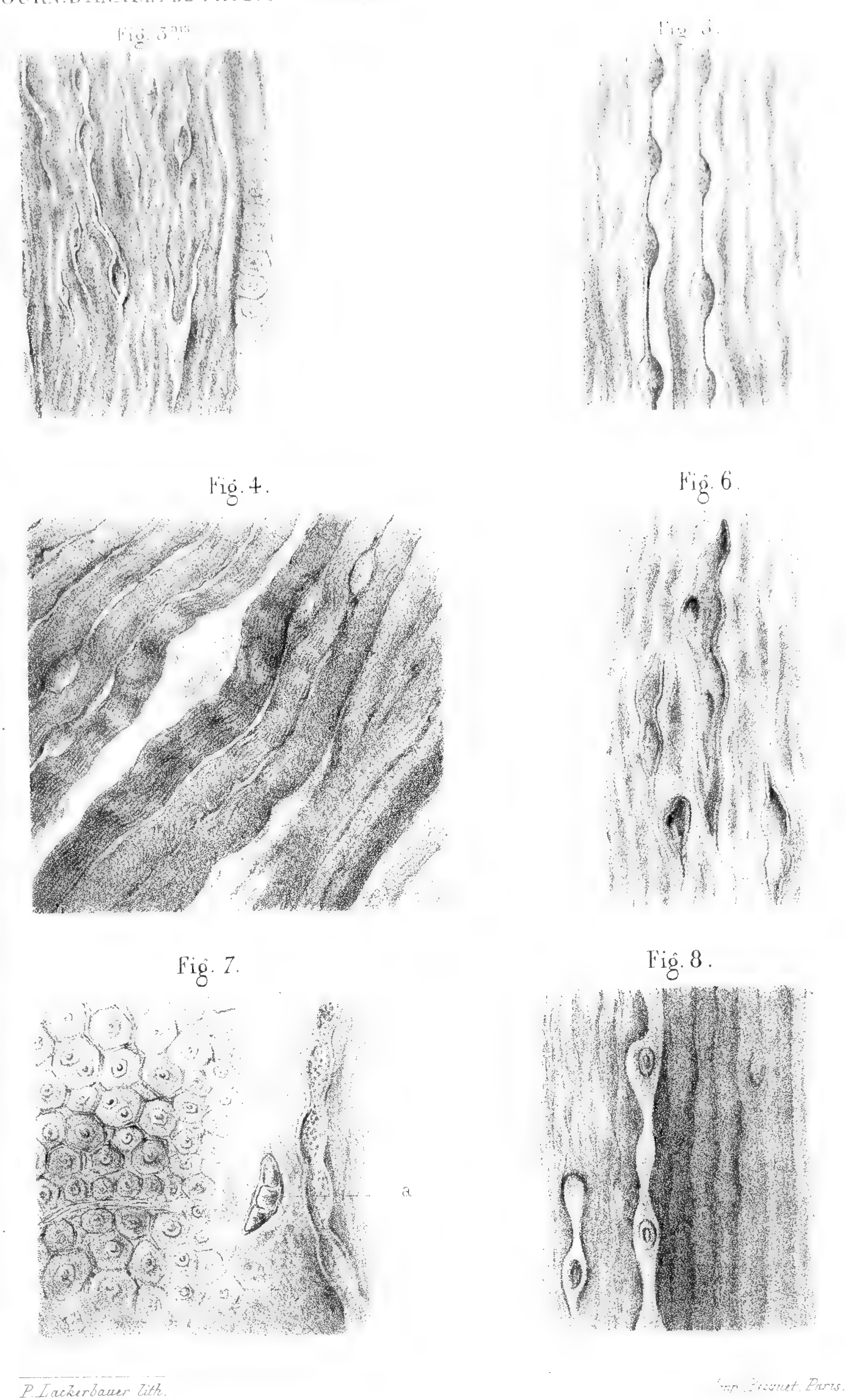


P. Lackerbauer lith.

Imp. Becquet Paris

Rapports des leucocytes avec les parois vasculaires.

Germer Baillière, Libraire à Paris.



P. Lackerbauer lith. Imp. Becquet, Paris.

Etats anatomiques de la cornée enflammée.

Germer Baillière Libraire à Paris.

Fig. 9.

Fig. 10.

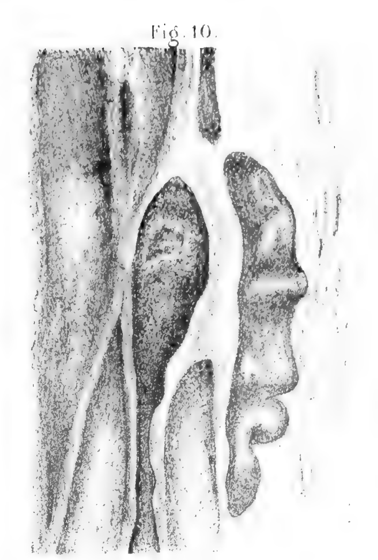


Fig. 11.



Fig. 12.

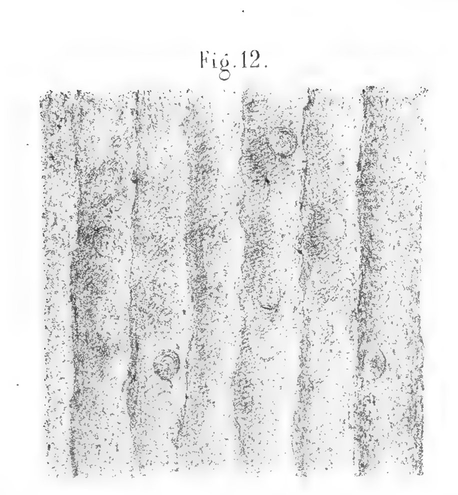
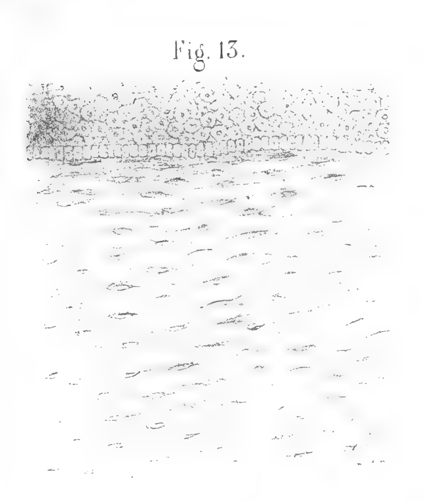


Fig. 13.



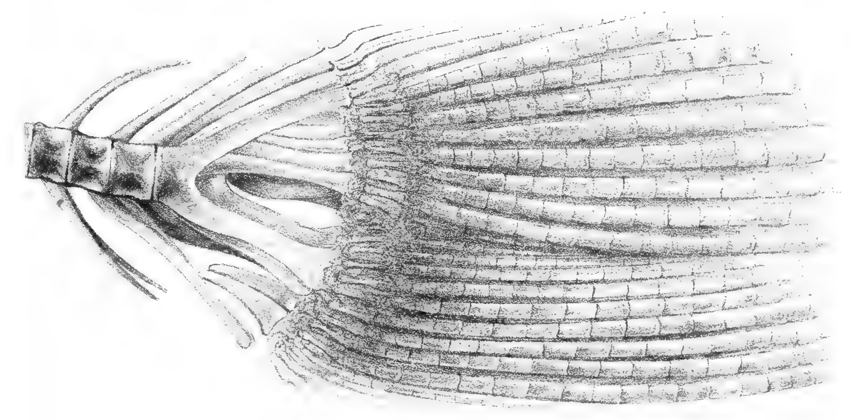
Etats anatomiques de la cornée enflammée.

Germer Baillière, Libraire à Paris.





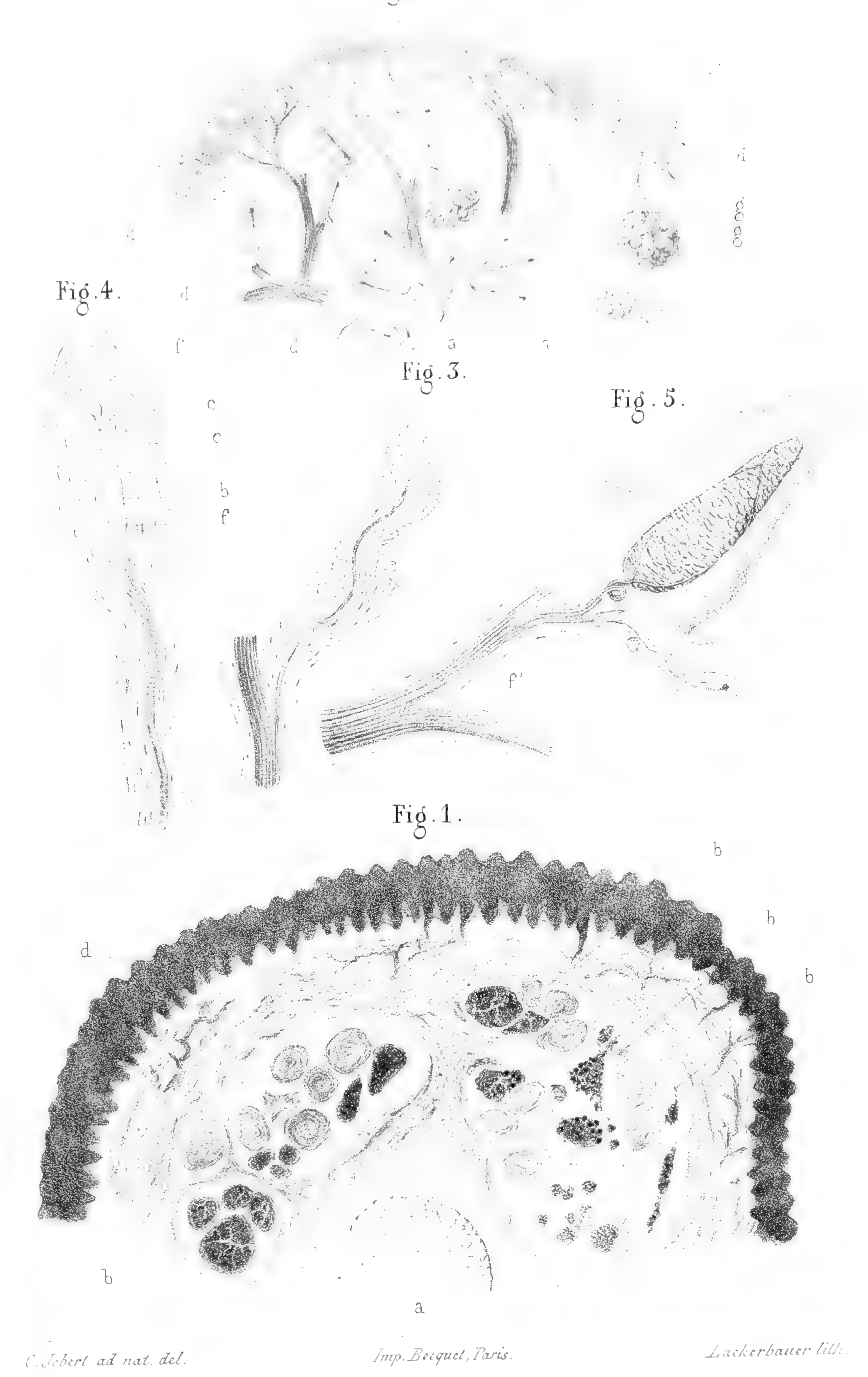




G. Pouchet ad nat. del. — Imp. Becquet, Paris. — P. Lackerbauer lith.

Cyprin monstrueux à queue double.

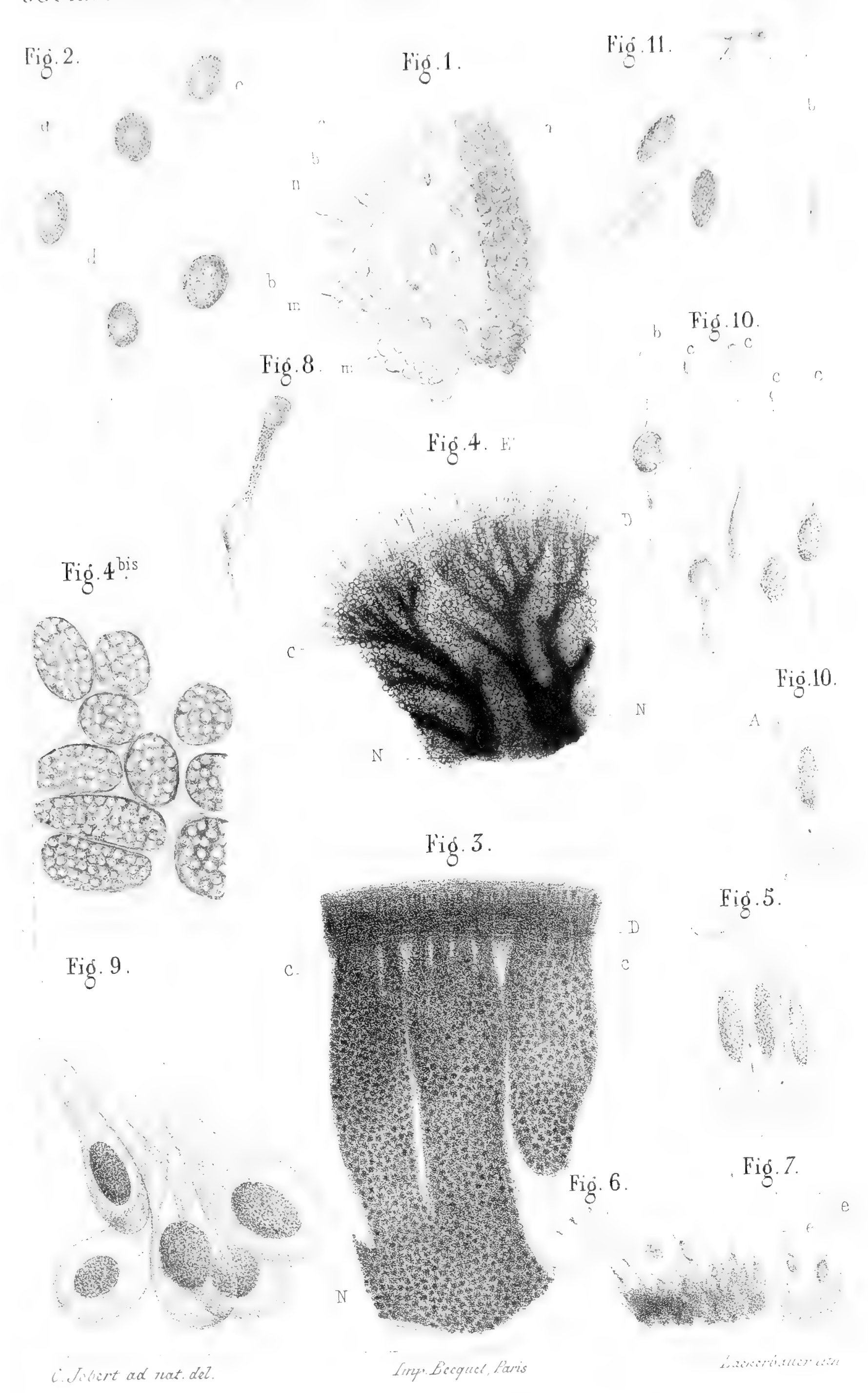
Germer Baillière, Libraire à Paris.



C. Jobert ad nat. del. Imp. Becquet, Paris. Lackerbauer lith.

Système nerveux sensitif.

Germer Baillière Libraire à Paris.



C. Jobert ad nat. del. Imp. Becquet, Paris

Système nerveux sensitif.

Germer Baillière. Libraire à Paris.

3